INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

Oikos=

21
Septiembre 2018

El año de las Aves

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Desarrollo Institucional

Mtro. Javier de la Fuente Hernández
Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria

Dra. Mónica González Contró
Abogada General

Dr. William Lee Alardin
Coordinador de la Investigación Científica

M. en C. Néstor Enrique Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

INSTITUTO DE ECOLOGÍA

Dr. Constantino Macías García
Director

Dr. Juan Enrique Fornoni Agnelli
Secretario Académico

Ing. Ulises Martínez Aja
Secretario Administrativo

Dr. Luis Enrique Eguiarte Fruns
Editor

Dra. Clementina Equihua Z.
Dra. Laura Espinosa Asuar
Asistentes editoriales

Lic. Esmeralda Osejo Brito
Asistente editorial Jr.

Dr. Daniel Piñero Dalmau
Dr. Julio Campo Alves
Dr. Fernando Álvarez Noguera
Consejo editorial

L. D. G. Abril Luz María Ángeles Trujillo
Formación y diseño editorial

OIKOS=, Año 1, No. 21 septiembre 2018 es una publicación cuatrimestral, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Unidad de Divulgación y Difusión del Instituto de Ecología, Ciudad Universitaria, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, Tel. (55)5622-9002, correo electrónico: cequihua@iecologia.unam.mx, http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/. Editor responsable: Luis Enrique Eguiarte Fruns. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-111710202000-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido: en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Grupo Impreso, Domicilio Monrovia 1101 Bis, Portales, Ciudad de México, 03300. Este número se terminó de imprimir el día 30 del mes de septiembre de 2018, con un tiraje de 500 ejemplares, impresión tipo offset.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o de la UNAM. Se autoriza la reproducción de los artículos (no así de las imágenes) con la condición de citar la fuente y se respeten los derechos de autor.

Distribuido por: Instituto de Ecología, Ciudad Universitaria, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, C.P. 04510. Ejemplar gratuito.

Oikos= es financiado por el proyecto PE208918 de PAPIME. http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/

Diseño de portada: Abril Angeles con fotografía de J. Alejandro González Terrazas.

21

Oikos=

INSTITUTO DE ECOLOGIA UNAM

Septiembre 2018

CONTENIDO

DEL DIRECTOR

Crónicas de aves y personas
Constantino Macías 4

DE LOS EDITORES

Este 2018 celebramos a las aves
Luis E. Eguiarte, Clementina Equihua Z., Laura Espinosa Asuar y Esmeralda Osejo Brito.....5

ARTÍCULOS

Colibríes: gemas de la naturaleza
María del Coro Arizmendi.....8

Conservación de una especie emblemática: el águila real
Manuel Valdés Alarcón, Ismael Cruz Molina, Lizardo Cruz Romo, Miguel Ángel Díaz Castorena, Manuel Macías Patiño, Felipe Ramírez Ruíz de Velasco y Patricio Tavizón García.....12

Regresan las aves a las islas del Pacífico de Baja California
Yuliana Bedolla Guzmán, Mariam Latofski Robles y Federico Méndez Sánchez.....17

Las aves de los bosques secos neotropicales y su conservación
David A. Prieto Torres, Octavio Rojas Soto, Diego Santiago Alarcón, Elisa Bonaccorso, Javier Nori y Adolfo G. Navarro Sigüenza.....20

Las aves urbanas en la ruidosa primavera...
Constantino Macías y Clementina Equihua Z.....24

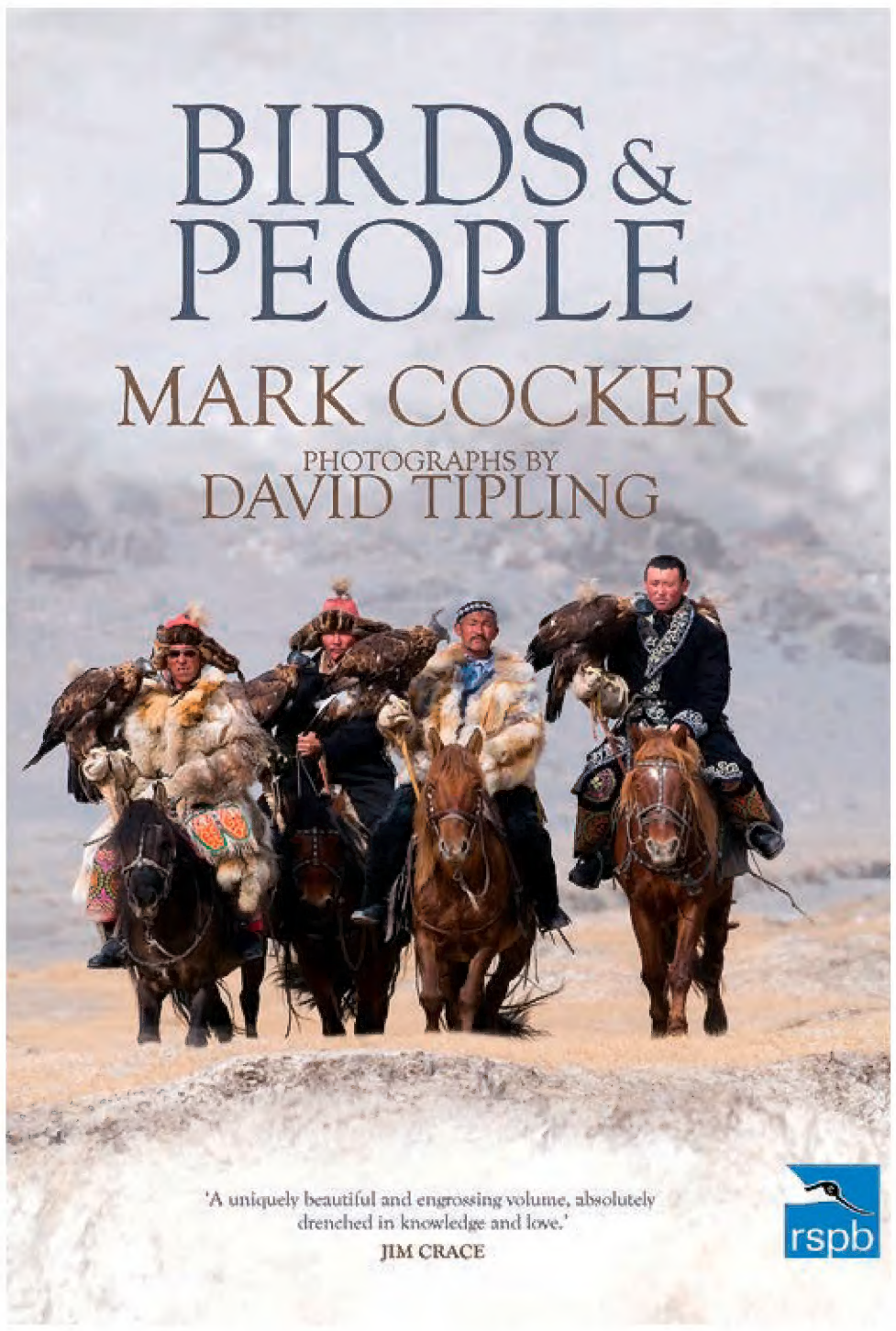
Ciudad Universitaria: refugio de aves
Rocío Brito García.....28

Del director

Crónicas de aves y personas

Constantino Macías

Lo tengo frente a mí. Pesa dos kilos con seiscientos gramos, mismos que cargué en mi maleta de mano por aeropuertos, trenes y taxis en un viaje desde Escocia hasta Tlalpan. Tenía que tenerlo, aunque fuese solamente por la imagen de cuatro señores kazajos montados en caballos chaparritos, cada uno con un águila dorada en el puño derecho.



El libro de Birds & People, escrito por Mark Cocker e ilustrado espectacularmente por el fotógrafo David Tipling, es un homenaje a la antigua y muchas veces mística relación entre los humanos y las aves. Lo editó la Sociedad Real para la Preservación de las Aves (RSPB, por sus siglas en inglés), y aunque dicha sociedad y dicho libro son productos de la Gran Bretaña, el texto abarca, desde luego a vuelo de pájaro, la mayor parte de la relación entre aves y humanos en todo el mundo.

La RSPB fue un pivote clave en el desarrollo de la organización internacional Birdlife, representada en México por Pronatura, y forma parte de la que es, probablemente, la red de naturalistas más extensa del planeta, porque en todos lados tenemos historias de aves. Nos gustan las aves, las hemos domesticado, son nuestras mascotas, salimos a verlas cada que podemos, las fotografiamos, escribimos sobre ellas y las criamos. Pero también las desplazamos de sus hábitats naturales, las intoxicamos, las cazamos indiscriminadamente y las extinguimos.

De los editores

Este 2018 celebramos a las aves

Luis E. Eguiarte, Clementina Equihua Z.,
Laura Espinosa Asuar y Esmeralda Osejo Brito

En 2012, el "Año del Murciélago", dedicamos el número seis de *Oikos=* a estos pequeños mamíferos, celebrando su ecología, evolución y adaptaciones. Este año decidimos continuar la tradición y dedicar un número a otros de nuestros vertebrados voladores favoritos: las aves. El 2018 fue declarado el "Año de las Aves" por la Audubon Society y la National Geographic Society, entre otras asociaciones en los Estados Unidos, para celebrar el centenario del importante tratado internacional *Migratory Bird Treaty Act*. Este tratado buscaba, inicialmente, la conservación de las poblaciones de aves migratorias de Canadá y Estados Unidos. Después se unió México. Las poblaciones de aves en estos tres países estaban disminuyendo debido al intenso tráfico de plumas utilizadas para adornar sombreros de mujer, pero también debido a otras actividades —no reguladas en ese momento— que amenazaban con su exterminio, como la cacería y recolecta de huevos, de nidos y de ejemplares para disecarlos (taxidermia) o para la cetrería. En *Wikipedia* se puede leer la historia completa.

Las aves son un grupo de organismos que han sido (y siguen siendo) utilizados frecuentemente como modelo para el estudio de la ecología, la conducta y la evolución. Esto se debe a que, además de su innegable elegancia y belleza, son de los animales que se pueden estudiar con mayor facilidad; para observarlas basta usar binoculares, y muchas veces es posible identificar sin problemas de qué especie se trata. De la misma manera se puede registrar de forma detallada su conducta, tanto reproductiva como de alimentación, así como las interacciones con miembros de su propia especie y de otras especies, y muchos aspectos más de su ecología. Además, son un grupo muy atractivo para los biólogos por sus formas, colores y adaptaciones, y también por su gran diversidad: alrededor de diez mil especies en el mundo.

Macho adulto de águila real (*Aquila chrysaetos*) en estado silvestre, en San Luis Potosí. Es uno de los miembros de una pareja que se ha monitoreado durante 15 meses. Fotografía: Sam Carrera.

En la historia de la ecología, y gracias a la investigación que se ha realizado con aves, existen numerosos estudios canónicos que han impactado en nuestra percepción de las relaciones entre los organismos y el ambiente. Por ejemplo, los trabajos de Robert MacArthur, en 1958, sobre la ecología, el nicho y la competencia entre diferentes especies de chipes o reinitas (Parulidae, *warblers* en inglés) de los bosques del este de los Estados Unidos, constituyen un paradigma dentro de los estudios sobre interacciones poblacionales y de comunidades.

Cien años antes de los trabajos de MacArthur, Charles Darwin describió muchos ejemplos de evolución usando aves. Estos quedaron plasmados en su libro *El origen de las especies*, así como en otras de sus obras. Los ejemplos incluyen casos de selección artificial en palomas y de divergencia en los parientes de los cenzontles (*Mimus parvulus*) entre las islas Galápagos, o también la evolución de los famosos pinzones de Darwin (el género *Geospiza*). De hecho, David Lack publicó en 1947 un detallado estudio de la ecología y evolución de estos pinzones, explicando cómo, a partir de una primera especie que llegó del continente a las islas, se fueron adaptando, divergiendo y dando origen a un notable grupo de especies con diferentes características. Más recientemente, desde 1973, Peter y Mary Grant, una pareja de científicos eméritos de la Universidad de Princeton, EUA, realizaron fascinantes estudios modernos con los mismos pinzones, conjuntando la ecología, la genética de poblaciones y la evolución. Sus estudios aún continúan, ahora complementados con datos genómicos.

Dentro del campo de la conducta animal, las aves siempre han sido uno de los grupos favoritos de estudio. Como ejemplo podemos mencionar a dos fundadores de esta área que realizaron trabajos hoy ya clásicos; el primero de ellos, que comenzó a principios de los años 30, es el alemán Konrad Lorenz, que estudió gansos y cuervos, y el otro es su colaborador holandés Nikolaas Tinbergen, quien trabajó en la década de los 50 con diferentes especies de aves.

En México existe una larga tradición de estudios taxonómicos en aves desde el siglo XIX, pero los trabajos modernos, especialmente relacionados con su ecología, conducta y evolución, tardaron un tiempo en iniciarse. Por ejemplo, en nuestro Instituto, el Dr. Hugh Drummond comenzó, casi desde su incorporación a la UNAM al inicio de los años 1980, el estudio a largo plazo de la ecología y conducta de los ya famosos bobos de patas azules (*Sula nebouxii*) que adornaron la portada del quinto número de *Oikos=*, en 2012. La investigación de Drummond y sus colaboradores, que sigue en curso, es un referente internacional de estudios ecológicos a largo plazo.

Recientemente hemos visto un auge en la ornitología moderna en el país, con la realización de estudios que usan nuevos métodos ecológicos, evolutivos e informáticos, y las páginas de este número son sólo un pequeño muestrario de estas nuevas investigaciones:

Uno de los grupos con más historia y carisma dentro de las aves mexicanas son los colibríes. La Dra. María del Coro Arizmendi, investigadora de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM (que además fue alumna del doctorado de nuestro Instituto), nos ilustra sobre la biología de estas pequeñas aves, mismas que ha estudiado desde su tesis de licenciatura. En su ensayo aborda aspectos de la historia natural de los colibríes, como su importancia cultural y ecológica —especialmente por ser polinizadores de muchas de nuestras especies vegetales—, habla de su diversidad y adaptaciones, y termina con recomendaciones sobre cómo atraerlos a nuestros jardines de forma adecuada.

Otra ave con mucho significado simbólico para México es el águila real, *Aquila chrysaetos*, que aparece en nuestro escudo nacional y forma parte del mito de la fundación de la capital de los aztecas, hoy Ciudad de México. El águila real es una especie amenazada en México, y un grupo de investigadores liderado por Manuel Valdés-Alarcón, de la Asociación Civil Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, nos platica sus esfuerzos por localizar, estudiar y proteger los nidos de esta especie en Zacatecas. También nos describen qué es lo que hacen para garantizar que haya suficientes presas y condiciones naturales adecuadas para que el águila pueda alimentarse y así puedan seguir existiendo poblaciones de esta majestuosa especie.

Por otra parte, las islas son ambientes importantes para las aves, no sólo por las especies endémicas que allí viven, sino porque en ellas anidan gran cantidad de aves marinas (como el bobo de patas azules), especies críticas para la ecología y diversidad marina. Las islas del golfo de California son sustancialmente importantes para las aves del Pacífico, pero durante muchos años sufrieron todo tipo de abusos ambientales que mermaron a las poblaciones de aves o acabaron con ellas: por ejemplo, la extracción de guano, la contaminación por petróleo y DDT, y, especialmente, la invasión de especies exóticas como gatos, cabras y ratas. Las estrategias, esfuerzos y éxitos en la restauración de ambientes adecuados para las aves los describen Yuliana Bedolla Guzmán y sus colaboradores, del Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.

Diferentes grupos de investigación en nuestra universidad y en el mundo han dedicado años al detallado estudio de la sistemática (la clasificación de las especies) y la biogeografía (cómo y porqué se distribuyen las especies en el planeta) de las aves, usando herramientas modernas como marcadores moleculares y computadoras para simular las distribuciones potenciales actuales y en el pasado. Destaca en este tipo de investigación el grupo del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, liderado por el Dr. Adolfo Navarro. De este grupo de trabajo, un alumno de doctorado, David A. Prieto-Torres, y sus colaboradores, nos presentan un novedoso panorama de la diversidad de las aves; en particular, de las selvas y bosques secos de México y del resto de América Latina. Estos bosques son ricos en especies de plantas endémicas y están amenazados por actividades humanas como la agricultura y la sobreexplotación maderera. En ellos habita una gran diversidad de especies de aves, también endémicas, que, hasta ahora, habían sido pobremente entendidas y estudiadas. Es desde hace relativamente poco que entre los ornitólogos latinoamericanos ha surgido un fuerte interés por investigarlas. Este artículo nos describe análisis novedosos de la diversidad de aves en estos bosques, recurre a una base de datos de distribución de 1,298 especies de aves, y discute algunas perspectivas para su conservación.

En el futuro, las ciudades serán el ecosistema dominante de nuestro planeta. Desafortunadamente, será a costa de nuestros recursos naturales. Es en este entorno humano en el que la fauna silvestre se está adaptando y dando muestras de procesos evolutivos novedosos. Constantino Macías y Clementina Equihua Z. nos relatan sobre la investigación que se lleva a cabo en nuestro Instituto para entender cómo se adaptan algunas aves de la ciudad de México a las condiciones de ruido y a la carencia de materiales naturales para elaborar sus nidos.

Por último, pero no menos importante, la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM que rodea al Instituto de Ecología, a veces llamada por sus iniciales, REPSA, ha sido una fuente de fascinación, entrenamiento y docencia para muchas generaciones de biólogos. En la REPSA se han estudiado especialmente sus aves, y la observación y registro son actualmente una importante actividad de ciencia ciudadana. La bióloga Rocío Brito García, colaboradora de nuestro Instituto, nos reseña para este número de *Oikos=* las características ecológicas que hacen única a la reserva. La autora menciona a las más de 150 especies de aves que podemos ver en ella, y la relevancia que este lugar tiene para evitar la extinción local de las poblaciones de aves en el Valle de México, muchas de ellas migratorias. También habla sobre el problema del aumento de la tasa de extinción de especies, y da ejemplos de especies extintas en nuestro valle, como el guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*) y la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*). Así, esta última contribución nos recuerda los principales objetivos de este Año de las Aves 2018: cuidar la diversidad de este fascinante grupo de organismos, y recordar el tratado que, desde hace cien años, ha permitido conservar mucha de esta diversidad en Norte América y es un gran apoyo especialmente para las aves migratorias.

Esperamos que disfruten de esta nueva entrega. Para la siguiente edición de *Oikos=* les adelantamos que estamos preparando un número especial con artículos que abordan diferentes aspectos de las Ciencias de la Sostenibilidad, elaborados por investigadores, docentes y estudiantes del posgrado en esta disciplina. Estas ciencias se impulsan en el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, LANCIS, de nuestro Instituto de Ecología, UNAM.

Colibríes: gemas de la naturaleza

María del Coro Arizmendi

Los colibríes son aves de tamaño pequeño, con patas diminutas y picos y alas largas. Son capaces de volar de manera ágil (en todas direcciones, en reversa y suspendidos en vuelo) y veloz (entre 80 y 200 aleteos por segundo). Se alimentan del néctar de las plantas con flor; éstas lo producen para atraerlos, ya que estas aves les ayudan a realizar su reproducción sexual transportando el polen (gameto masculino) hacia el ovario, con lo que se producen los frutos y semillas, en los que se encuentra el embrión de la nueva planta.

El pequeñísimo colibrí rufo (*Selasphorus rufus*) es uno de los más sorprendentes ejemplos de migración entre las aves, ya que viaja solo y con sus tres gramos de peso atraviesa desde Alaska hasta México y Argentina. Cuando la luz se refleja en las plumas de su cuello (gorguera), el marrón que se aprecia a simple vista se convierte en un resplandeciente anaranjado metálico. Fotografía: Richard Goluch.

América es el continente de los colibríes. No existen en ningún otro lugar del mundo y en México tenemos 58 de las alrededor de 330 especies que se conocen. De estas 58, 13 se distribuyen exclusivamente en el país. Un ejemplo es la Coqueta de Atoyac (*Lophornis brachylophus*), cuya distribución se restringe a 40 de los bosques templados de la Sierra de Atoyac de Álvarez, Guerrero. Asimismo, tenemos especies migratorias que se reproducen en Estados Unidos y Canadá y vienen a pasar el invierno a México, como el Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*) o el Zumbador de Allen (*Selasphorus sasin*), aves de cerca de 3 gramos de peso que vuelan alrededor de 5000 km en sus migraciones anuales.

Importancia ecológica

Los colibríes se consideran las aves polinizadoras más importantes de América; esto se debe tanto a su abundancia como al alto número de plantas que visitan.

Son importantes polinizadores de especies de los bosques templados de pino, pino-encino y mesófilos de montaña de México, en los que se concentra una gran biodiversidad. Polinizan especies de plantas como las del género *Salvia* (conocidas popularmente como lavandas), del género *Fuchsia* (conocidas como aretillos) así como de algunas epífitas como las orquídeas y bromelias. Su relación con las orquídeas incluso la retrata el conocido libro *Colibríes y Orquídeas de México* de Fernando Montes de Oca, que se puede encontrar en varias bibliotecas de la UNAM.

Importancia cultural

Además del indudable valor de estas especies para los ecosistemas, en la cultura mexicana los colibríes representan a dioses como Huitzilopochtli, dios mexica de la guerra, cuyo nombre significa "colibrí zurdo". Entre los mayas se les asocia con los transportadores y acompañantes de las almas de los guerreros muertos en su viaje hacia el Sol. Este doble papel reconocido por las culturas originarias tiene que ver, por un lado, con la función ecológica que tienen como polinizadores, ya que posibilitan la reproducción sexual de las plantas (por lo cual se les asocia con el amor y la fecundidad) y, por otro lado, con su comportamiento al alimentarse, ya que muchos colibríes defienden de manera aguerrida sus flores contra

individuos tanto de su especie como de otras especies. Esto último puede relacionarse con el papel de guerreros que se les ha atribuido en diversas culturas. En la actualidad se les asocia con la buena suerte, el amor y los buenos deseos, lo cual pone mucha presión en las poblaciones naturales porque la gente busca animales muertos para elaborar pócimas y amuletos que no tienen ningún poder y sólo ponen en peligro a las especies que se capturan para ello.

Conservación de los colibríes

Las actividades humanas han causado el deterioro de los ecosistemas, y esto ha exterminado a algunas de las especies originales y reducido la distribución de otras. En el caso de procesos vitales como la polinización, el que desaparezca una de las partes involucradas (sea la planta o el polinizador) causa el desacoplamiento de la interacción e inicia una reacción en cadena que repercute directamente en la reproducción de las plantas y en la sobrevivencia del polinizador, lo que al final tiene un impacto directo sobre el funcionamiento, la conservación y el mantenimiento de los ecosistemas.

Las especies de colibríes que se han considerado amenazadas son aquellas cuya distribución está restringida; los cambios en el hábitat —asociados a la deforestación y al avance de la frontera agrícola y ganadera— son las principales amenazas para ellos. Si bien es cierto que los colibríes también pueden estar en ambientes urbanos porque se alimentan de las flores de los jardines, huertos y parques, su reproducción generalmente sucede en los bosques aledaños a las ciudades.

A lo largo de la historia, se ha atrapado a los colibríes para recolectar sus plumas y con ellas adornar accesorios: penachos y collares en las culturas originarias, o sombreros, aretes y collares en la actualidad. Recientemente, se encontró un ávido comercio de una gran cantidad de colibríes momificados que se venden como amuletos para el amor, junto con pócimas con las que —según la gente que los comercializa— se aseguran la atracción y la fidelidad del ser amado. Es muy importante señalar que toda la mitología y las creencias que asocian a estos animales con la buena suerte y la fecundidad tienen que ver con su papel en la naturaleza y su vida en libertad. La creencia de que transportan los buenos pensamientos del mundo de los muertos al reino de los vivos se deriva también de su capacidad de vuelo. Debemos desalentar el uso de colibríes muertos como amuletos, ya que es claro que esto no sirve ni para atraer la buena suerte ni para mejorar las relaciones amorosas entre las personas. Todas las leyendas asociadas a estos animales evocan colibríes vivos, volando en libertad.

Atrayendo colibríes

Atraer a estas aves a las casas para observarlas y disfrutar de su belleza y sus buenos augurios es, por lo tanto, la mejor opción. En las ciudades, el uso de bebederos artificiales puede ayudar a atraer a los colibríes a las ventanas, patios y jardines. Es una forma de suplementar el alimento que les hemos quitado al destruir su ambiente y sustituirlo por desarrollos urbanos. Es importante destacar que los bebederos deben llenarse **únicamente con agua con azúcar de mesa al 20% de concentración**, es decir, cuatro porciones de agua por una de azúcar. El néctar que se vende comercialmente es solamente azúcar pintada de rojo. La pintura puede afectar negativamente a los colibríes, causándoles diversos malestares. Por ejemplo, la FDA (siglas en inglés de Food and Drug Administration) ha reconocido que algunos colorantes rojos pueden provocar cáncer en los animales. Es cierto que el color rojo ayuda a que los colibríes detecten los bebederos más rápido y los visiten con mayor frecuencia, pero para lograr esto basta con que el bebedero sea rojo.

En zonas suburbanas o naturales no es conveniente usar bebederos, porque su presencia desalienta a los colibríes de visitar las flores, y ello puede causar una disminución en la reproducción de las plantas. La mejor opción en cualquiera de las condiciones es sembrar las plantas que los colibríes usan, hacer jardines para ellos y así restaurar parte del hábitat perdido.

¿Qué es un jardín para colibríes?

En 2014, en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala, diseñamos un jardín para colibríes que, hasta la fecha, funciona como un proyecto piloto que proporciona información para poder hacer nuevos y mejores jardines en otros sitios, así como para describir los patrones de comportamiento de los colibríes al visitar diferentes plantas. Al diseñar este jardín, mis estudiantes y yo cuidamos que el espacio asignado tuviera plantas que les proporcionaran comida, agua y refugio. Las especies de árboles, hierbas y arbustos se seleccionaron porque son especialmente atractivas para ellos. Las plantas de alimento se caracterizan porque producen néctar, una cualidad crucial debido a que es

Esta pintura de Martin Johnson Heade, titulada "Orquídea Cattleya y tres colibríes brasileños", data de 1871 y es parte de una serie en la que el artista retrató, desde distintas perspectivas, escenas en las que se pone de manifiesto la asociación entre los colibríes y las orquídeas en vida silvestre. Imagen: Wikimedia Commons.

El colibrí berilo (*Amazilia beryllina*) es uno de los colibríes más abundantes en la Ciudad de México. Se distribuye desde el sur de Arizona, por el oeste de México y hasta El Salvador y Honduras. Se caracteriza por ser muy territorial y agresivo a la hora de defender su comida y su lugar. Fotografía: Rocío Brito García.

el principal alimento de los colibríes. También es indispensable que estén protegidos y que cuenten con refugio, por lo que todo jardín que los atraiga debe tener árboles o arbustos en los que puedan hacer sus nidos o descansar. Adicionalmente, las fuentes de agua son un recurso necesario, por lo cual debe considerarse incluir estanques o fuentes cuando se diseña uno de estos jardines.

¿Qué plantas debo usar?

Los colibríes prefieren flores tubulares, rojas, rosas y naranjas, aunque también los atraen las flores de cualquier forma, siempre que sean de color naranja o rosa. Las mejores plantas son las locales, ya que al utilizarlas se reducen los costos asociados a su cuidado y mantenimiento (una planta nativa demanda menos agua y se acopla a los ciclos naturales del lugar). Entre estas plantas tenemos a las lavandas (*Salvia* spp.), los aretillos (*Fucshia* spp.), los cepillos (*Calliandra* spp.), los colorines (*Erythrina* spp.), algunos nopales como el *Opuntia cochenillifera* y el *Nopalea karwinskiana*, la espinosilla (*Loeselia mexicana)*, y las diferentes especies de *Echeveria* y *Penstemon*, por mencionar sólo algunas. Todas ellas están entre las plantas preferidas de los colibríes.

Como mencioné antes, al hacer un jardín lo mejor es seleccionar plantas nativas, y que además florezcan de manera secuencial; es decir, que vayan floreciendo a todo lo largo del año, para que los colibríes tengan alimento siempre. También es conveniente que las plantas escogidas tengan diferentes alturas, para ofrecerles un hábitat más variado y heterogéneo.

El jardín puede ser tan grande como el espacio lo permita, pero también puede hacerse hasta en una pequeña maceta. Si se utilizan flores de diversos tipos, éstas pueden funcionar para atraer a otros polinizadores, como mariposas, abejas y abejorros, con lo cual podremos ayudar aun más a la conservación de este proceso tan importante para la naturaleza y para nuestro bienestar.

¿Qué se ha logrado con los jardines?

Los logros en los jardines pueden dividirse en dos grandes rubros. En uno están los que tienen que ver con el involucramiento de estudiantes de diferentes niveles, lo que implica la adquisición de conocimiento respecto a los colibríes, desde su forma y función en la naturaleza, hasta la responsabilidad que tenemos todos de cuidarlos, y en el otro están los que tienen que ver con la mejora del hábitat de los colibríes, que se ha visto disminuido como consecuencia del crecimiento de la ciudad.

El colibrí magnífico (*Eugenes fulgens*) se distribuye ampliamente en las zonas altas y serranas de México. Por lo general se le ve totalmente negro, a excepción de un punto blanco post-ocular, pero cuando el sol impacta sobre sus plumas, éstas resplandecen en colores de una belleza difícil de igualar. Se trata de un gran ejemplo de la iridiscencia que poseen las plumas de los colibríes, un efecto óptico causado por el impacto de las ondas de luz en ciertos materiales, que hacen que aparezcan de un color distinto según el ángulo en el que se les vea. Fotografía: Daniel Garza Tobón.

Jardinera móvil para colibríes del Instituto Educación Media Superior (IEMS) Iztapalapa, adaptada al espacio reducido y las necesidades de movilidad. Fotografía: María del Coro Arizmendi.

Hemos creado 4 jardines en diferentes zonas de la ciudad. Empezamos en 2014 con uno en la FES Iztacala, situada en la zona de Tlalnepantla, en el Estado de México. Este jardín se amplió en 2017, y en la actualidad recibe la visita de numerosos colibríes y da muchas flores a lo largo del año. La cantidad de áreas verdes en esta zona de la ciudad es muy baja, de modo que el jardín se vuelve muy atractivo para los colibríes y eso hace que usen el campus de la FES Iztacala ampliamente, incluso para anidar.

En 2016 construimos otro jardín en el Instituto de Educación Media Superior (IEMS) de la Ciudad de México localizado en Iztapalapa. Dadas las condiciones de este plantel, los estudiantes decidieron, junto con sus maestras de biología y arte, construir una jardinera móvil utilizando desperdicios de una reciente construcción. Ya que ésta también es una zona poco verde en la ciudad, los colibríes empezaron a visitar la jardinera a los pocos minutos de haber quedado terminada. Además, en la zona encontramos un nido activo. Los estudiantes presentaron su trabajo en un encuentro interplanteles y lograron contagiar su entusiasmo, lo que derivó en que, en 2017, se hiciera otro jardín en el IEMS Tlalpan. Este jardín es más grande y se sembró en la tierra. Ahora las visitas de los colibríes y su actividad están siendo monitoreadas como parte de una tesis de licenciatura que involucra la ayuda de los estudiantes del IEMS.

En 2017 se comenzó a trabajar en un asilo de ancianas al sur de la ciudad. Aquí, lo primero que se hizo fue instalar bebederos en el jardín, y después se sembraron las plantas para colibríes. El interés de las señoras es muy grande; ellas mismas limpian y mantienen los bebederos y hacen sus observaciones. Es, realmente, una muy buena terapia ocupacional. Por otra parte, a nivel pre-escolar trabajamos con un jardín de niños privado, en el que se instalaron bebederos hechos por los niños, se plantaron plantas con flor, y los pequeños "adoptaron" y dibujaron un colibrí.

En todos los jardines se dieron pláticas informativas y se trabajó con los usuarios, y ya tenemos muchas otras solicitudes. Aunque esperamos tener más manos para poder atenderlas, es importante decir que, para hacer un jardín de colibríes, sólo se necesita un poco de ingenio, y desde una maceta hasta un prado pueden funcionar bien.

La **Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga** se especializa en la ecología de las aves, específicamente sus interacciones ecológicas con las plantas. Coordinó el proyecto Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México y ha participado en varias iniciativas para la evaluación del estado de conservación de las aves, así como en el comité trinacional de la Campaña Norteamericana de Protección a los Polinizadores (NAPPC) y en el plan de conservación Partners in Flight. Actualmente funge como Secretaria Técnica en la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM. Es la autora principal del recientemente publicado análisis del estado de los polinizadores y la seguridad alimentaria mundial, realizado como parte de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).

Para saber más

• Arizmendi, M. C. y H. Berlanga. 2014. Colibríes de México y Norteamérica. CONABIO.

• Arizmendi, M. C., H. Berlanga, C. Rodríguez-Flores, V. Vargas-Canales, L. Montes-Leyva, y R. Lira. 2016. Hummingbird Conservation in Mexico: the Natural Protected Areas System. *Natural Areas Journal* 36(4): 366-376.

• Arizmendi, M. C., E. López-Saut, C. Monterrubio-Solís, L. M. Juárez, I. Flores-Moreno y M. C. Rodríguez-Flores. 2008. Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la ciudad de México. *Ornitología Neotropical* 19: 491-500.

Conservación de una especie emblemática: el águila real

Manuel Valdés Alarcón, Ismael Cruz Molina, Lizardo Cruz Romo, Miguel Ángel Díaz Castorena, Manuel Macías Patiño, Felipe Ramírez Ruíz de Velasco y Patricio Tavizón García.

El águila real es una especie que vive en el hemisferio norte de nuestro planeta, y es una de las rapaces más grandes de Norteamérica. La *Aquila chrysaetos*, como se le conoce científicamente, puede llegar a medir hasta un metro de altura y 2.3 metros de la punta de un ala a la otra. Además, puede alcanzar una velocidad de 250 km/h cuando se lanza en picada por su presa y su visión se considera unas ocho veces más poderosa que la humana. A lo largo de la historia, esta especie ha sido un emblema para muchas culturas de todo el mundo. En México tiene un gran significado desde la época prehispánica, y su imagen ha quedado plasmada en nuestro escudo nacional. La podemos encontrar en el norte del país, en la Península de Baja California y en todo el Altiplano central. No obstante, durante los últimos años, los avistamientos de águila real se han incrementado en otros estados al sur de nuestro país. Específicamente en 2016, algunos autores las vieron en la Reserva de Tehuacán-Cuicatlán, que abarca parte de Puebla y Oaxaca. Posteriormente, en esta misma región, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) realizó avistamientos en el 2017, sin localizar aún los territorios de anidación. También llaman la atención dos acontecimientos relacionados con la distribución de esta águila: el registro histórico realizado por W. W. Brown en Amojileca, Guerrero en 1942 y, de acuerdo con el trabajo de tesis de Adolfo Navarro de 1998, el avistamiento de una pareja en el invierno de 1944 en la misma localidad. Estos dos eventos implicarían la ampliación de la distribución del águila real en México; sin embargo, después de esa fecha no se ha vuelto a ver a la especie en la zona, por lo que los ornitólogos discuten si Guerrero es parte de su distribución natural.

El águila real (*Aquila chrysaetos*), con su porte distintivo y su mirada profunda, es una especie emblemática de México. Apareció por primera vez como símbolo nacional cuando Ignacio Allende mandó a hacer las "banderas gemelas", estandarte de los insurgentes. Fotografía: Patricio Robles Gil.

Biológicamente, el águila real es un depredador que se encuentra en la parte alta en la cadena alimenticia y, por ello, regula las poblaciones de mamíferos de los cuales se alimenta, como conejos, liebres, comadrejas y zorrillos. Asimismo, se le considera una especie "sombrilla" o "paraguas", es decir, que al protegerla se incide en la conservación de otras especies y/o en su hábitat, como sucede con el perrito llanero en algunas regiones del centro de México. En las colonias de los perritos conviven muchas especies que sirven de alimento a las águilas, y ello favorece la conservación de la biodiversidad de las zonas semiáridas del norte y centro de nuestro país. Además, utilizar al águila real como especie emblemática ayuda en la búsqueda de protección para áreas de gran importancia como el semidesierto Zacatecano.

Amenazas

El águila real está considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie "amenazada", debido tanto a su reducida población como a las amenazas que enfrenta. Patricio Tavizón, investigador zacatecano y coautor de este artículo, considera

que, aunque una de las principales causas que han ocasionado la disminución de las poblaciones de águila real en México es el saqueo de huevos y polluelos, la más significativa es la pérdida del hábitat a causa de los cambios de uso de suelo, destinados principalmente para la agricultura. Los ecosistemas desérticos y los pastizales del altiplano mexicano, donde se distribuye la especie, se han visto afectados por las actividades humanas. Esto ha derivado en la pérdida y fragmentación del hábitat, y el paisaje se ha transformado en un mosaico de hábitats naturales, poblaciones rurales y urbanas y zonas de agricultura y ganadería. Estos cambios han provocado una pérdida de diversidad general que afecta a especies como el águila real, que requiere grandes áreas para sobrevivir y cazar, sitios adecuados para la construcción de sus nidos y, sobre todo, abundancia de presas que aseguren su sobrevivencia y éxito reproductivo.

La conservación del águila real en México

En México se han realizado varios esfuerzos centrados en la conservación de la especie. En la década de 1990, a raíz de la situación que enfrentaba el águila real y dentro del marco del Programa para la Conservación de la Vida Silvestre y la Diversificación Productiva del Sector Rural 1997-2000, se publicó el Proyecto de Protección, Conservación y Recuperación del Águila Real, elaborado con el apoyo del Subcomité Técnico Consultivo para la Protección, Conservación y Recuperación del Águila Real en México. Este proyecto tuvo como principal objetivo "lograr la protección, conservación, recuperación y reintroducción del águila real en su área de distribución histórica en México". Al final conseguimos unir esfuerzos institucionales para coordinar las acciones de protección y conservación de esta especie y su hábitat, a escala regional, estatal, nacional e internacional. Estas acciones coordinadas han incrementado el conocimiento sobre su distribución actual a través de los registros de avistamiento y ubicación de nuevos sitios de anidación, y ha habido una mayor participación de las comunidades rurales donde habita el águila real.

Con el fin de fortalecer la conservación del águila y disminuir las amenazas que afectan sus poblaciones, en 2007 la CONANP elaboró e inició la operación del Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Águila Real (*Aquila chrysaetos*), en el marco del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), y definió estrategias y actividades específicas para conservar, proteger y recuperar al águila, sus hábitats y sus especies presa. A partir de este programa, diferentes instituciones académicas y asociaciones civiles nos unimos para instrumentar acciones centradas en la especie, con financiamiento del gobierno federal y de instituciones civiles y extranjeras.

Participación para la conservación del águila real

Como parte de las sinergias institucionales realizadas en torno al PACE: Águila Real, en agosto de 2013 la asociación civil Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable (ENDESU) se sumó a las acciones de conservación de esta especie a través del monitoreo, conservación, educación y difusión, para garantizar la recuperación del águila real en el largo plazo. Desde entonces, nuestro compromiso con esta especie nos ha llevado a trabajar en varios territorios del águila real, en particular los que se ubican en el desierto semiárido de Zacatecas. En esta región caracterizamos el paisaje de sus zonas de anidación, describimos el tipo de vegetación e identificamos las zonas de caza, las presas, y las principales amenazas que enfrentan los territorios. Además, hemos seguido y monitoreado los eventos reproductivos, con lo que se han podido implementar acciones orientadas hacia la reintroducción de las especies presa de las que el águila real se alimenta (perritos de la pradera, liebres, conejos y algunos reptiles). Esto promueve un mejor manejo del hábitat, que incluya su conservación y recuperación.

Para poder realizar estas acciones, enfrentamos inicialmente un gran reto: dedicar mucho tiempo y esfuerzo a identificar los territorios de anidación (cada pareja protege

Polluelo de águila real, de unas 5 a 6 semanas de edad, en el territorio de anidación de esta especie. Municipio de Mazapil, Zacatecas. Fotografía: Manuel Valdés Alarcón.

Análisis de paisaje
El análisis de paisaje consiste en:
1. Evaluar el grado de alteración en la vegetación natural del territorio de anidación, causada por los cambios de uso de suelo.
2. Estudiar la composición y tamaño de los fragmentos de vegetación natural remanente, ya que éstos tienen un efecto directo en la disponibilidad de especies presa, de áreas potenciales para la caza y de sitios de anidación del águila real.

un área para anidar, cazar y dispersarse que puede llegar a ser de 30 km^2). Esto nos llevó a realizar numerosos recorridos durante varios meses del año, con lo cual logramos identificar 12 de estos territorios. Debido a la limitación de recursos financieros y técnicos, fue necesario priorizar y centrar los esfuerzos en el seguimiento de cuatro nidos activos, en los que se pudiera evaluar el éxito reproductivo observando el desarrollo de los polluelos y el cuidado de los padres hasta el comienzo de los primeros vuelos fuera del nido.

Acciones para la conservación del águila real

Hasta ahora, a nivel nacional, los esfuerzos por la conservación del águila real se han centrado en conservar los sitios de anidación y proteger el nido activo durante el periodo de reproducción. Sin embargo, las acciones para la conservación de un territorio de anidación del águila real son un problema de mayor complejidad, que debe contemplar distintos criterios y escalas. Es necesario asegurar cuatro elementos: 1. la protección del nido activo (donde el águila pone e incuba los huevos y cría sus pollos), 2. la existencia de sitios disponibles para construir nidos alternativos (la pareja de águilas los construye pero no los utiliza para reproducirse), 3. el buen manejo de las áreas de caza, y 4. la abundancia de especies presa que aseguren la supervivencia de los adultos y sus crías. De acuerdo con estudios realizados en otros países, el territorio de anidación del águila real se estima en unos 30 km^2, por lo que para conservar a esta especie se requiere de un análisis de paisaje.

ENDESU ha trabajado en el desarrollo de una estrategia para conservar los territorios de anidación del águila real, basada en un modelo de zonificación. Éste nos permite identificar de manera precisa el nido activo, los nidos alternativos, las áreas de caza y, de acuerdo con el análisis de paisaje, los sitios que requieren protección especial. También nos permite implementar buenas prácticas de manejo y producción, identificar las principales amenazas y trabajar de forma conjunta con las comunidades para disminuir su impacto negativo.

Zonificación y análisis de territorios de águila real

Los territorios en los que hemos trabajado ya están caracterizados, y contamos con un diagnóstico integral del sitio. Esto nos permite plantear estrategias según el grado de conservación y la problemática social de cada localidad. Nuestro trabajo lo hemos desarrollado en tres territorios del estado de Zacatecas: Mazapil, la Sierra Fría y la Sierra de Zacatecas.

El territorio de Mazapil es uno de los mejor conservados. Forma parte de las áreas para la conservación de la biodiversidad que el Gobierno del Estado de Zacatecas propuso en el plan de ordenamiento territorial para la cabecera municipal de Mazapil. La principal amenaza es la posible construcción de un camino para la exploración de la mina Peñasquito. En este territorio registramos un promedio de 1.7 aguiluchos por pareja en los últimos años.

En el territorio de la Sierra Fría la vegetación se ha visto afectada por la actividad agrícola, el sobrepastoreo y la tala de los encinares para producir leña y carbón. Sin embargo, las características topográficas proporcionan excelentes sitios para la construcción de nidos alternativos. Durante cuatro años nuestro equipo le dio seguimiento a una pareja que se ha movido a tres nidos alternativos, en un radio de 2 km, buscando mejores condiciones para la caza en los valles intermontanos de la sierra. Durante ese tiempo, la pareja ha logrado criar a un aguilucho por año.

El territorio en la Sierra de Zacatecas se encuentra prácticamente inmerso en la ciudad. Presenta el mayor riesgo por los cambios de uso de suelo, la cercanía de la ciudad y la instalación de un parque eólico con 90 aerogeneradores; este parque no sólo constituye la principal amenaza para el águila real sino también para otras aves y murciélagos. El crecimiento urbano y la operación del parque eólico son un peligro significativo para ellos porque adultos y juveniles se pueden accidentar con las aspas que giran hasta 30 revoluciones por minuto, dependiendo de la velocidad del viento. En dicho territorio seguimos a una sola pareja que, a causa de los aerogeneradores, se desplazó a un nido alternativo ubicado a 4 km del anterior y ha producido menos de un aguilucho por pareja al año desde que le hemos dado seguimiento, lo que refleja el mayor grado de perturbación de su ambiente.

Nuevas tecnologías para monitorear águilas reales

Dada la amplia capacidad de vuelo que tienen las águilas reales, decidimos trabajar en el monitoreo de la especie haciendo uso de nuevas tecnologías, en este caso transmisores que emiten una señal que se envía a un satélite, el cual a su vez la reenvía a un servidor. De aquí se obtienen los datos de la localización del ejemplar. Así es posible monitorear el comportamiento, desplazamientos y dispersión del águila. El monitoreo se realizó en colaboración con investigadores nacionales e internacionales, con el aval de la CONANP.

Los datos que aportan los transmisores son una herramienta valiosa que fortalece el proceso de planeación para la conservación. Conocer los desplazamientos del aguilucho durante los primeros meses de vuelo permite comprender mejor la forma en que las águilas se mueven por las diversas áreas durante sus primeros años de vida, así como identificar

con mayor precisión las áreas de caza y los hábitats que utilizan. Permite, por lo tanto, realizar los ajustes a un modelo de zonificación y planear con las comunidades rurales las acciones para continuar trabajando por la conservación del águila real y la biodiversidad del desierto semiárido zacatecano.

Durante los primeros meses de vuelo, los aguiluchos utilizan, principalmente, las áreas abiertas de pastizales y matorrales o áreas de cultivo con buena disponibilidad de presas donde cazaban los padres. Además, se ha observado que algunas águilas de Zacatecas realizan movimientos exploratorios de más de 800 km. Esto es un hallazgo relevante, ya que a lo largo de estas distancias que usan para dispersarse se conectan distintas poblaciones de diferentes áreas geográficas. Esto tiene implicaciones positivas en la genética de la especie a escala continental.

Los datos anteriores confirman la importancia de planear la conservación del águila a varias escalas. Por un lado, es importante que los esfuerzos en las regiones de anidación se orienten hacia mantener poblaciones de presas en buen estado de conservación y reducir la perturbación de los nidos, al menos durante las fases críticas de preparación y anidación. También se requiere trabajar la conservación a escala regional, es decir, se deben llevar a cabo procesos de planeación en los que se identifiquen y reduzcan amenazas en zonas como corredores de dispersión de ejemplares juveniles o migratorios, es decir, las áreas que utilizan estos individuos para moverse de un lugar a otro. Ello requiere la coordinación de autoridades federales y estatales y organizaciones civiles y académicas, en ambos lados de la frontera.

Águila real: especie sombrilla

Como ya se ha mencionado, la conservación del águila real requiere también de la conservación de su hábitat y de sus especies presa, más aún cuando las especies presa se encuentran en alguna categoría de riesgo, como es el caso del perrito llanero mexicano, listado en la NOM-059 en la categoría "En peligro de extinción".

El perrito llanero mexicano es uno de los principales alimentos del águila real y se considera clave para mantener la funcionalidad de los ecosistemas de pastizales del desierto Chihuahuense, porque las madrigueras de sus colonias aportan hábitat para muchas especies que ahí encuentran refugio y alimento, y sus actividades mantienen la salud del ecosistema. Esta especie se consideraba extinta en el estado de Zacatecas, pero, a partir de 2005, investigadores del estado y el equipo de especialistas de ENDESU se dieron a la tarea de recuperar las colonias de perrito llanero mexicano y las áreas de pastizales halófitos o salinos, en los sitios en los que se ha distribuido históricamente y que coinciden con los territorios de anidación del águila real.

El éxito en la recuperación de estas especies no habría sido posible sin la participación activa de las comunidades rurales, quienes son los dueños de la tierra donde anida el águila real y habitan sus presas.

Mapa de distribución, anidación y avistamientos de águila real en México.
Imagen: Manuel Valdés Alarcón.

Las comunidades locales: motor principal de la conservación del águila real

Durante los recorridos en busca de los territorios del águila real visitamos una gran cantidad de comunidades rurales. A medida que recorríamos y ubicábamos los territorios activos de anidación, veíamos con sorpresa que la imagen del águila real se estaba perdiendo en la memoria colectiva de algunas comunidades. Sólo se concebía como un símbolo abstracto, por ser el escudo nacional, y no como un emblema de su propio entorno natural.

La mayoría de los poblados son ejidos y comunidades agrarias que se ubican dentro de ecosistemas importantes y en buen estado de conservación, por lo que la participación de sus habitantes para conservar al águila real es sumamente importante. Ellos han sido, generación tras generación, los verdaderos guardianes de nuestro capital natural que permite la presencia de estas especies tan emblemáticas. Debido a lo anterior, uno de los objetivos de ENDESU es planear estrategias que involucren a la población local, no sólo desde el punto de vista conservacionista, sino para que se den cuenta de que la protección de la biodiversidad forma parte integral de las actividades productivas. Bajo esta perspectiva, es posible proponer alternativas viables que, además de generar ingresos, favorezcan la funcionalidad de los ecosistemas. Asimismo, se requieren acciones que involucren a los sectores agrícola y ganadero, por ejemplo, en colaboración con la SAGARPA a nivel federal, las secretarías estatales de fomento agropecuario y los dueños de la tierra en la implementación de buenas prácticas, principalmente orientadas a reducir los efectos de los agroquímicos y a mantener corredores de fauna. En este contexto, se ha identificado que el uso indiscriminado e irrestricto de ciertos agroquímicos daña a las águilas, ya sea por el consumo de presas envenenadas, que causa envenenamiento directo, o porque altera la calidad de los huevos, que se rompen en el momento de ser puestos o incubados. Asimismo, el cambio del uso de suelo para actividades agropecuarias reduce

Colonia de perritos llaneros en el desierto semiárido de Zacatecas.
Fotografía: Manuel Valdés Alarcón

las áreas de cacería cuando no se acompaña de buenas prácticas de manejo. Estos son, actualmente, los principales retos que enfrentamos y que hemos asumido como compromiso para garantizar la permanencia del águila real, de su ecosistema y de las especies con las que interactúa.

El desierto semiárido de Zacatecas: biodiversidad y conservación

Durante la búsqueda de los territorios de anidación del águila real, fuimos redescubriendo la gran biodiversidad de la zona. Vimos aves, como la codorniz de Moctezuma y el tecolote llanero, mamíferos, como el cacomixtle, la zorrita norteña y el oso negro, y plantas, como la gran diversidad de cactáceas y algunas especies endémicas de pinos que viven en la zona. Todos estos organismos, en conjunto, forman una heterogeneidad de ecosistemas integrados en el semidesierto zacatecano. Adicionalmente, cada una de las comunidades rurales o pueblos tiene una gran riqueza cultural y comparte y aprovecha los recursos naturales del territorio del águila real, como un medio de subsistencia. Lo vemos en el trabajo con la lechuguilla para hacer cuerdas, los cabuches y flores de yuca para preparar alimentos, la colecta de las distintas variedades de orégano, entre muchos otros productos naturales, y los usos tradicionales de los recursos. Es importante que, por ello, se encuentre una forma de hacer sostenibles estas actividades para que tanto la fauna del lugar como los seres humanos puedan seguir cohabitando y aprovechando estas áreas.

Uno de los esfuerzos más importantes que ENDESU ha realizado e impulsado es la conservación de la gran diversidad de especies y ecosistemas que se encuentran dentro del desierto semiárido de Zacatecas. Esta propuesta se le presentó a la CONANP en el 2012 para que se asignara esta zona como Área Natural Protegida, bajo la categoría de "Reserva de la Biosfera". Por diversas razones la iniciativa no prosperó pero, sin duda, dicha propuesta debe retomarse para contribuir a los esfuerzos de conservación de esta valiosa región y del águila real, una especie tan simbólica de México.

Manuel Valdés Alarcón es biólogo y realizó su maestría en la Facultad Ciencias de la UNAM. Su desarrollo académico y profesional se ha centrado en el manejo de fauna silvestre. Ha trabajado en proyectos de conservación y reintroducción de especies como el berrendo y el borrego cimarrón, entre otros. Ha trabajado en el monitoreo de los territorios del águila real y en la recuperación de colonias del perrito llanero mexicano en el desierto semiárido del Estado de Zacatecas.

J. Lizardo Cruz Romo estudió biología en la Facultad de Ciencias y realizó su posgrado en el Instituto de Biología, ambos de la UNAM. Ha laborado por más de 18 años en los sectores público y privado, en áreas relacionadas con conservación de la biodiversidad, manejo de la vida silvestre, áreas protegidas, conservación de especies en riesgo e integración de la biodiversidad en los sectores productivos.

Manuel de Jesús Macías Patiño es Ingeniero Químico, egresado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Hizo la Maestría en Ciencias, con especialidad en Tecnología del Petróleo y Petroquímica, en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. Actualmente es Profesor – Investigador en la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Felipe Ramírez Ruiz de Velasco
Médico Veterinario Zootecnista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Ha impartido cursos en la misma facultad en el área de Fisicoquímica, Fisiología, Fisiología Veterinaria y Farmacología. Fue Director General de Vida Silvestre de la SEMARNAT. Actualmente trabaja como consultor independiente para Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.

Patricio Tavizón García
Realizó su doctorado en la Universidad Autónoma de Nuevo León con el tema "Dinámica metapoblacional y viabilidad espacio temporal del águila real (*Aquila chrysaetos*) en Zacatecas." Hizo una Maestría en Ciencias con especialidad en manejo de vida silvestre, en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y fue Director del Instituto de Ecología y Medio Ambiente del estado de Zacatecas de 2004 a 2010. Trabaja desde hace 37 años en la Universidad de Zacatecas.

Ismael Cruz Molina es Biólogo egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. Cuenta con más de 12 años de experiencia en manejo y conservación de vida silvestre. En la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas coordinó el Programa de Conservación de Especies en Riesgo de la Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación y participó en la elaboración e implementación de los Programas de Acción para la Conservación de Especies.

Para saber más

• Farías V., O. Hernández, M. del C. Arizmendi, O. Téllez, F. Botello, S. J. Olivares y M. Correa. 2016. Registro notable de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 1153-1158.

• Kochert, M. N., K. Steenhof, C. L. McIntyre y E. H. Craig. 2002. Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*), version 2.0. En *The Birds of North America* (Poole, A. F. y F. B. Gill, editores). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, EUA. https://doi.org/10.2173/bna.684

• Lozano R., L. F. y H. Ávila. 2009. Águila Real. El símbolo nacional de México en riesgo (http://bit.ly/2DX06Fe). Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes/CONABIO/CONANP. Aguascalientes, México.

Regresan las aves a las islas del Pacífico de Baja California

Yuliana Bedolla Guzmán, Mariam Latofski Robles y Federico Méndez Sánchez

México es un país cuyo territorio nacional se extiende más de 5 millones de km². De éstos, según el INEGI, la Zona Económica Exclusiva (una zona marítima más extensa que el mar territorial, en la que México conserva los mismos derechos que en aquél, pero "permite la libre circulación de embarcaciones extranjeras y la instalación de diversas vías") comprende más 3 millones de km², gracias a las más de 4,000 islas, cayos y arrecifes de todas sus costas, cuya riqueza es extraordinaria. Esta riqueza es particularmente notoria en el noroeste de nuestro país, en la región de la Península de Baja California. Ahí, las 1,501 islas albergan una gran diversidad biológica, que incluye especies únicas en el mundo, y son importantes áreas de crianza, alimentación y descanso de una gran variedad de aves marinas y mamíferos marinos. Estas islas son, también, fuente de sustento para las comunidades locales que tienen pesquerías artesanales.

Dada su importancia biológica, económica y social, en la actualidad casi todas las islas de nuestro país están legalmente protegidas. Las islas del noroeste, por decreto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno y de la recién declarada Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California.

Islas de México: sitios clave para las aves marinas

Las aves marinas son un componente indispensable de los ecosistemas insulares. Gracias al aporte de nutrientes que proveen —principalmente a través de la acumulación de su excremento (guano)—, son el sustento de la alta diversidad de flora y fauna que existe tanto en los ambientes terrestres como marinos. Especies de gran valor comercial, como el abulón y la langosta, son parte de esta diversidad. Además, las aves marinas son excelentes indicadores de la salud del medio ambiente, ya que responden de manera casi inmediata a las variaciones en las condiciones del océano, y muchas de ellas son, también, conectores de grandes regiones marinas, ya que trascienden las fronteras políticas al migrar miles de kilómetros lejos de sus sitios de anidación.

Los mares e islas de México albergan a un tercio de todas las aves marinas del mundo, por lo cual nuestro país ocupa el tercer lugar en diversidad y el segundo lugar en cantidad de especies endémicas; esto es, que se reproducen exclusivamente en islas mexicanas. Entre estas aves únicas se encuentran la pardela mexicana (*Puffinus opisthomelas*), que concentra el 90% de su población en la Isla Natividad, frente a las costas de Baja California Sur; el petrel mínimo (*Oceanodroma microsoma*), cuya colonia principal se ubica en la Isla Partida, en el Golfo de California, frente a la Bahía de Los Ángeles; y la pardela de las Islas Revillagigedo (*Puffinus auricularis*), cuyas únicas colonias actuales permanecen en las islas Socorro y Clarión, en el Parque Nacional Revillagigedo. Además, estos mares e islas son sitios reconocidos a nivel internacional como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Amenazas históricas para las aves marinas

A lo largo de la historia, el ser humano ha explorado los mares en la búsqueda de bienes o servicios que beneficien a su cultura. Una de las estrategias de los navegantes fue aprovechar las islas para extraer recursos naturales, además de usarlas como sitios de descanso o de orientación. Como consecuencia, en el Océano Pacífico, las colonias de aves marinas y, en general, todos los ecosistemas insulares, empezaron a verse amenazadas por la presencia de mamíferos exóticos invasores, tales como gatos, ratas, conejos y cabras, entre otros, que los humanos introdujeron durante estos viajes, ya fuera de manera accidental o para su consumo. Después, durante el siglo pasado, la extracción de guano y el consumo de huevos también se convirtieron en actividades importantes en algunas de estas islas, lo

El Archipiélago Coronado está compuesto por las islas Coronado Norte, Coronado, Coronado Centro, Coronado Sur y tres islotes. Se encuentra aproximadamente a 15 kilómetros de Tijuana, Baja California. Fotografía: © Archivo GECI / J.A. Soriano.

El cormorán orejón (*Phalacrocorax auritus*) mide casi un metro de largo, y sus alas extendidas alcanzan los 132 cm de punta a punta. Sus poblaciones disminuyeron en distintos lugares del mundo, debido al uso del pesticida DDT y a otras intervenciones humanas. Al disminuir este contaminante y gracias al trabajo de muchas personas, las poblaciones por fin se están recuperando. Fotografía: © Archivo GECI / J.A. Soriano.

que ocasionó la destrucción del hábitat y una gran perturbación en las colonias de aves.

Las consecuencias fueron catastróficas: cuatro especies de roedores nativos y el petrel de Guadalupe (*Oceanodroma macrodactyla*) se extinguieron, y al menos 28 colonias de aves marinas fueron extirpadas (eliminadas de algunas islas pero no extintas como especie). La alcuela oscura (*Ptychoramphus aleuticus*), un ave que anida en madrigueras subterráneas, desapareció prácticamente de todos sus sitios de anidación en México, y sólo quedó su población más grande en la Isla San Jerónimo, frente al poblado de El Rosario, en Baja California. De igual forma, la colonia de cormorán orejón (*Phalacrocorax auritus*) de la Isla San Martín, frente a San Quintín, B. C., alguna vez considerada la colonia más grande de Norteamérica con casi medio millón de parejas, desapareció a causa de la perturbación humana. La historia se repite para muchas colonias de pelícanos, mérgulos, charranes y petreles que dejaron de anidar en estas islas.

Aunado a esto, la contaminación de las aguas de la Corriente de California, provocada por el vertimiento del insecticida conocido como DDT (dicloro difenil tricloroetano) y los compuestos llamados BPC (bifenilos policlorados), así como por derrames de petróleo, causó grandes estragos en las poblaciones de aves marinas de Estados Unidos y México. La compañía química Montrose vertió DDT al océano frente a Los Ángeles, California, por más de cuatro décadas. Este compuesto provocaba el adelgazamiento del cascarón de los huevos de diversas especies de aves, y por muchos años no hubo reclutamiento de nuevos individuos en las colonias; el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) fue una de las especies más afectadas. En las Islas Coronado, frente a la ciudad de Tijuana, habitaba una colonia de miles de parejas de pelícano café que se redujeron a cientos. Del mismo modo, el hundimiento del buque S.S. Jacob Luckenbach frente a las costas de San Francisco, en 1953, causó el derrame de más de 500,000 galones de combustible y siguió teniendo fugas por cincuenta años. Esto provocó el declive de muchas poblaciones de aves marinas.

Acciones de restauración

Esta historia imponía como tarea prioritaria la restauración de las islas y sus colonias de aves marinas. En 1994, con el apoyo de dependencias del gobierno federal —SEMARNAT, SEGOB, SEMAR, CONANP y cooperativas pesqueras de la región Pescadores Nacionales de Abulón, Buzos y Pescadores de la Baja California—, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. inició la erradicación de los mamíferos exóticos invasores. Después de retirar estas amenazas, la respuesta del ecosistema fue inmediata: aumentaron las poblaciones de plantas, aves y mamíferos, y 11 colonias de aves marinas que habían abandonado las islas regresaron a sus sitios históricos de anidación. Sin embargo, esto apenas representaba menos de la mitad de las colonias afectadas a lo largo de la historia.

Con el propósito de incentivar el regreso de las colonias de aves faltantes, en 2008, y por primera vez en Latinoamérica, implementamos técnicas de restauración activa en dos pequeñas islas al sur de la península: San Roque y Asunción. Estas técnicas de atracción social consisten en instalar aves falsas o señuelos, madrigueras artificiales y sistemas que emiten sonidos de colonias durante toda la temporada de reproducción; esto con el fin de simular colonias naturales y comunicar a las aves que las islas son, nuevamente, sitios seguros para anidar. Al mismo tiempo, se restauró el hábitat de anidación retirando plantas invasoras como el vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*), que se ha extendido ampliamente en las islas.

En 2013, en colaboración con la Sociedad Nacional Audubon, el Laboratorio de Ornitología de Cornell y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, extendimos el uso de estas técnicas a cinco islas y archipiélagos: Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo y Natividad. Las aves han respondido satisfactoriamente a estas técnicas: la alcuela oscura, por ejemplo, está anidando otra vez en todos los sitios en los que históricamente lo había hecho en estas islas. Asimismo, el charrán real (*Thalasseus maximus*) y el charrán elegante (*Thalasseus elegans*) anidan nuevamente en la Isla San Roque, 90 años después del último registro. Además, se ha cubierto un gran vacío de información básica sobre la biología de las especies y del ecosistema, esencial para la adecuada toma de decisiones en su manejo. Actualmente, esta importante labor continúa en otras regiones del país con el objetivo de lograr la restauración de todas nuestras islas para el 2030.

Involucrar a las comunidades locales

Durante los últimos 10 años hemos trabajado de manera muy estrecha con la CONANP y las comunidades locales para disminuir la perturbación humana en las colonias de anidación. Con la

construcción de senderos, instalación de letreros, reducción de contaminación lumínica en los campamentos pesqueros y permanencia constante en las islas, hemos protegido a estas importantes colonias de aves marinas que se encuentran en recuperación.

Además, creamos las Semanas de Cultura Ambiental, que son festivales en los que la conservación y el arte se conjugan y niños y adultos dejan volar su imaginación y creatividad a través de la música, la pintura, la escultura y el teatro. Las islas y sus aves marinas han sido la inspiración de al menos una decena de canciones inéditas, así como de los imponentes murales que visten las calles de las comunidades de las islas Natividad, Cedros y Guadalupe y les recuerdan a sus habitantes que es un privilegio vivir en un ambiente único.

Resultados tangibles y cómo mantenerlos a futuro

El arduo trabajo, de más de 20 años, del Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. está dando sus frutos. En la actualidad, 21 colonias de aves marinas que se habían extirpado ya recolonizaron las islas. Esto significa que se ha restaurado el 75% de las colonias, y nos indica que vamos por buen camino para lograr que todas las colonias regresen. Ahora las islas también son sitios muy atractivos para otras aves que nunca habían anidado aquí, como el charrán del Caspio (*Hydroprogne caspia*), que está empezando a anidar en las islas San Martín y San Jerónimo.

Actualmente, el mayor reto es asegurar la permanencia de estos logros a largo plazo. Por ello, también llevamos a cabo, de la mano de la CONANP, la CONABIO y la SEMAR, un programa de bioseguridad insular en el cual promovemos las medidas necesarias para proteger a los ambientes insulares de las especies exóticas invasoras; por ejemplo, el llegar a una isla con ropa y pertenencias limpias y libres de tierra, semillas, propágulos e insectos.

Así, las aves marinas, además de brindar importantes servicios para el buen funcionamiento de los ecosistemas, nos sirven como inspiración, nos enseñan que las fronteras son imaginarias y nos motivan a cuidar nuestro medio ambiente por el bien de sus colonias y sus polluelos. Todos podemos aportar nuestro granito de arena para la conservación de sus frágiles hogares. La conservación de las islas está en nuestras manos.

Yuliana Bedolla Guzmán es candidata a Doctora en la Universidad Justus Liebig Giessen en Alemania. Desde 2010 labora en el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., donde ha participado en diversos proyectos de restauración ecológica de islas de todo México. Actualmente dirige el programa de restauración integral de aves marinas mediante el uso de técnicas de atracción social, monitoreo, investigación y aprendizaje ambiental. Entre sus intereses destacan la ecología, biogeografía, y restauración y conservación de las especies insulares.

Mariam Latofski Robles estudió su maestría en Ciencias Ambientales en el programa multidisciplinario internacional entre la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia en Alemania. Desde el 2008 labora en el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., donde ha coordinado diversos proyectos de restauración. Actualmente es directora del Departamento de Desarrollo y es responsable de los componentes de bioseguridad insular y aprendizaje ambiental en diferentes islas del país.

Federico Méndez Sánchez estudió la maestría en Gestión Ambiental en la Universidad de Auckland en Nueva Zelanda. Desde 2006 labora en el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., y fue nombrado Director General en 2017. Ha colaborado tanto en el trabajo de campo en proyectos de restauración como en la planeación,

Para saber más

• Aguirre Muñoz, A., L. Luna Mendoza, A. Samaniego Herrera, A. Ortiz Alcaraz, F. Méndez Sánchez y J. Hernández Montoya. 2016. La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir. En: Ceccon, E. y C. Martínez Garza (editores). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas.* UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CONABIO.

• Aguirre Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, M. Latosfki Robles, K. Salizzoni Chávez, L. Luna Mendoza, A. Ortiz Alcaraz, J. Hernández Montoya, Y. Bedolla Guzmán y E. Rojas Mayoral. 2017. Avances en la conservación y restauración integral de las islas de México y mejoras al marco legal para consolidar la trayectoria positiva. En: Born Schmidt, G., F. de Alba, J. Parpal y P. Koleff (coordinadores). *Principales retos que enfrenta México ante las especies invasoras.* Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. Ciudad de Mëxico.

• Croxall, J., S. Butchart, B. Lascelles, A. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes y P. Taylor. 2012. Seabird Conservation Status, Threats and Priority Actions: A Global Assessment. *Bird Conservation International* 22(1): 1-34.

• NOAA. Montrose Settlements Restoration.

• Subgrupo del Catálogo de Islas Nacionales del Grupo Técnico para la Delimitación de las Zonas Marítimas Mexicanas. 2014. *Catálogo del Territorio Insular Mexicano.* INEGI, SEGOB, SEMAR, SEMARNAT, SRE, SCT, INECC, CONANP, UNAM. Aguascalientes, México. 245 pp.

Las aves de los bosques secos neotropicales y su conservación

David A. Prieto Torres, Octavio Rojas Soto, Diego Santiago Alarcón, Elisa Bonaccorso, Javier Nori y Adolfo G. Navarro Sigüenza

Colibrí picaflor gigante (*Patagona gigas*) polinizando en la flor del Agave americana en el Bosque Seco Jerusalén localizado al norte de Quito (Ecuador). Fotografía: Héctor Cadena-Ortiz.

En la región conocida como el Neotrópico, los bosques secos tropicales son de los ecosistemas más amenazados en el mundo, debido principalmente a las actividades humanas, como la agricultura, la ganadería, la explotación maderera e incluso la instalación de desarrollos turísticos. En estos bosques, que en determinadas épocas del año parecerían inhóspitos, viven alrededor de unas 1,300 especies de aves residentes (es decir, que permanecen en su área de distribución durante todo el año) que desempeñan una gran variedad de funciones ecológicas (con las cuales nos proveen, además, servicios ambientales) entre las que se incluyen la dispersión de semillas, la polinización y el control biológico de plagas. Desafortunadamente, el incremento de las actividades humanas dentro de los bosques secos ha reducido las áreas de distribución de muchas especies de aves, lo cual ha provocado el aislamiento de poblaciones y ha tenido como consecuencia efectos ecológicos negativos. Ejemplo de ello son los cambios en los patrones de alimentación de algunos polinizadores. Esto repercute en la reproducción de las plantas que dependen de ellos y, en consecuencia, afecta las redes de interacciones ecológicas que existen en el ecosistema.

Si bien el origen político, social y económico del incremento de tales actividades humanas varía entre los diferentes países de Latinoamérica, sin duda éstas se han exacerbado en la última década, afectando negativamente a estos bosques. De hecho, con la excepción de Costa Rica, la mayoría de los bosques secos están desapareciendo rápidamente, a tal punto que en muchos de los países sólo un 10% de las áreas originales de distribución permanecen relativamente intactas. Esto es sumamente importante para grupos biológicos como las aves, donde la supervivencia de muchas de las especies se encuentra fuertemente asociada a la existencia de ambientes bien conservados. Actividades como la caza, el desarrollo de la ganadería, la deforestación y la construcción de infraestructura provocan cambios en los hábitats de las aves y reducen la disponibilidad de recursos (por ejemplo: fuentes de alimentos, refugios, sitios para nidos, etcétera). Esto deriva en la disminución del tamaño de las poblaciones, así como en extinciones en las zonas impactadas.

Contrario a lo que por mucho tiempo se pensó, los bosques secos neotropicales poseen una gran diversidad y muchos endemismos (es decir, especies de distribución restringida). Por ejemplo, hoy en día se reconoce que en México hay más de 40 especies de aves endémicas del país que habitan solamente en los bosques secos. La región con el mayor número de especies exclusivas en el mundo está localizada en el noreste de Brasil (en la Caatinga), con más de 60 especies de aves endémicas. Por ello, ante las amenazas que acechan a estos bosques, la comunidad científica tiene un creciente interés en identificar y caracterizar, tanto a escalas globales como locales, los patrones de distribución de la riqueza y endemismo de las especies que en ellos habitan. Esta información es importante para entender la evolución y el funcionamiento de las aves de este ecosistema, así como para conocer el estado actual de conservación de éste. Por ejemplo, cuando hay escasez o mala calidad de agua en los ecosistemas, ciertas especies empiezan a desaparecer, por eso decimos que las aves son un indicador del estado de salud de los ecosistemas. Al mismo tiempo, esta información permite establecer estrategias de protección de la biodiversidad de estos bosques y de los servicios ecosistémicos que proveen.

¿Dónde están los bosques secos del Neotrópico?

Los ecosistemas secos del continente americano se reconocen por el grado de fertilidad y acidez de sus suelos, y se clasifican en tres grandes unidades: 1. las sabanas (localizadas principalmente en la región de los llanos de Venezuela y Colombia, así como en la región del Cerrado en Brasil); 2. el Chaco (que ocupa la parte noroeste de Paraguay y se extiende hasta el norte de Argentina y el sur de Bolivia); y 3. el bosque seco con dosel continuo (distribuido en fragmentos, desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina y suroeste de Brasil). Las características más distintivas de los bosques secos es

Núcleo florístico
Los núcleos florísticos son los parches de bosques secos de una región geográfica específica que se diferencian entre sí por el número de especies de plantas exclusivas y la existencia de barreras geográficas y ecológicas que condicionan el número de especies compartidas con otras regiones.

que tienen suelos ricos y fértiles, crecen en zonas bajas y cálidas, y están formados por árboles que pierden las hojas en los períodos de sequía. De hecho, un rasgo común de los bosques secos es que sus ciclos estacionales son muy marcados. Su temperatura promedio anual es superior a los 25°C y la cantidad de lluvia que reciben al año varía entre 700 y 2,000 mm (milímetros caídos sobre 1 m^2), con un período de sequía de al menos tres meses al año, meses en los que la lluvia llega a ser de máximo unos 100 mm en algunas regiones. Estas características ambientales generan una variedad de hábitats que permiten la existencia de una gran diversidad de especies, e incluso es por eso que las grandes regiones de bosque seco en el Neotrópico tienen especies endémicas características, lo que reduce su similitud ecológica. De hecho, no hay dos regiones de bosque seco que compartan más de la mitad de las especies de aves.

Si bien el esfuerzo dedicado al estudio de estos bosques ha sido menor en comparación con otros ecosistemas de la región, como, por ejemplo, la selva tropical lluviosa, a la fecha el análisis de sus patrones de diversidad vegetal ha permitido la identificación de importantes *núcleos florísticos* a lo largo del Neotrópico, los cuales se encuentran en su mayoría dentro de los límites políticos de dos o más países. Estos núcleos florísticos son: el oeste de México; Centroamérica (desde la Península de Yucatán, en el sureste de México, hasta Panamá); las islas del Caribe y las Antillas; la costa caribeña de Colombia y Venezuela; los valles interandinos de Colombia; el Pacífico Ecuatorial (en el oeste de Ecuador y noroeste de Perú); los valles interandinos del sur del Perú; el piedemonte sub-Andino y los bosques del Chiquitano en Bolivia; la Provincia de Misiones (en el noreste de Argentina, Paraguay y sur de Brasil); y la Caatinga brasileña.

¿Qué conocemos de las aves de los bosques secos?

Son pocos los estudios dedicados a evaluar los patrones ecológicos de distribución de las aves de los bosques secos del Neotrópico. La mayoría de los trabajos se han centrado en conocer la taxonomía de especies con una distribución espacial restringida y las características de las comunidades de aves (es decir, el conjunto de especies que viven en ese hábitat) presentes en pequeños fragmentos aislados. En general, estos estudios sólo han proporcionado explicaciones parciales respecto a los procesos históricos (por ejemplo el levantamiento de cordilleras o las glaciaciones) y ecológicos (por ejemplo las relaciones depredador-presas) responsables de la conformación y estructuración de los grupos de aves localizados en estos bosques.

Uno de los principales factores que en el pasado les dificultó a los científicos analizar de manera profunda la ecología y la biogeografía de las especies de aves de estos bosques fue la falta de información sistematizada y precisa sobre su distribución geográfica a lo largo del Neotrópico. Esta información es indispensable para determinar las especies de aves que viven en los principales núcleos florísticos, así como estudiar qué papel juegan en el mantenimiento de la salud de estos bosques y cuáles son los principales factores históricos (por ejemplo, cambio climático, barreras geográficas o extinciones) que han promovido la conformación de ensambles de especies de aves únicos en cada núcleo. Hoy en día las bases de datos de las colecciones ornitológicas contienen información histórica de las especies, incluyendo la fecha determinada de los registros de presencia de los individuos, las coordenadas geográficas y altitud de las localidades, así como detalles respecto de la condición del plumaje y si se observó alguna interacción con algún otro organismo.

Con el fin de conformar una base de datos con la información que ya está disponible en diferentes colecciones ornitológicas e instituciones de investigación del continente, y gracias al financiamiento aportado por organizaciones como CONABIO y CONACYT (México), *IdeaWild* (EUA) y *The Rufford Foundation* (Reino Unido), hemos trabajado en cada una de nuestras instituciones compilando dicha información para identificar las localidades donde se ha registrado cada una de las especies de aves residentes que habitan en estos bosques. Con estos datos y mediante técnicas de modelación espacial trazamos mapas individuales de los patrones de distribución geográfica de las especies. Del inventario de la información en estas bases de datos consultadas, obtuvimos una lista de 1,298 especies de aves residentes de los bosques secos del Neotrópico, las cuales están agrupadas en 78 familias y 511 géneros. Del total de especies observado, aproximadamente el 43% corresponden a aves ecológicamente restringidas a este tipo de ecosistema.

Una vez hecho el mapa de cada especie, identificamos en qué regiones del continente hay una mayor y menor concentración de especies, lo cual denominamos *patrones de riqueza*. Así, observamos que en donde hay más especies es en las áreas consideradas como "límites" (es decir, *ecotonos* o zonas de transición entre ecosistemas), como, por ejemplo, en los bosques de alta montaña. Estos patrones de riqueza y la manera en que están conformadas las comunidades de aves permiten identificar grupos de fauna que, claramente, se asocian con los principales núcleos florísticos (de diversidad vegetal) que otros autores han identificado. Es decir, las aves utilizan estos bosques respondiendo a la forma en que están distribuidas las comunidades vegetales a lo largo del Neotrópico.

Las especies exclusivas o endémicas de una sola región representan aproximadamente el 23% de la avifauna total de los bosques secos. Las regiones de bosque seco con el mayor número de aves exclusivas se localizan en las islas del Caribe (alrededor del 41% de las especies), la Caatinga brasileña (con casi 12% de especies exclusivas) y la costa caribeña de Colombia-Venezuela (con un 11%). Por otro lado, de acuerdo a nuestros análisis hemos observado que en los bosques del Chiquitano boliviano es en donde

se han reportado más especies de aves, seguidos por los bosques de la Caatinga brasileña y la Provincia de Misiones en Argentina.

Los patrones geográficos que identificamos sugieren que la mayoría de las comunidades de aves en los bosques secos del Neotrópico se encuentran aisladas y comparten solo una pequeña proporción de especies, lo que sugiere que posiblemente existen diferentes mecanismos biológicos y geográficos que regulan la riqueza, la abundancia y la dispersión de las aves a otros hábitats. En este sentido, debido a que la conformación de las comunidades es muy distinta dependiendo de la región, nos parece que es importante promover ante tomadores de decisiones y gestores políticos la necesidad de establecer diferentes áreas protegidas a lo largo del continente, que permitan una representación efectiva de cada región de bosque seco Neotropical; el argumento principal es que cada una de estas regiones representa una historia única de la biodiversidad en esa zona del planeta.

¿Qué tan bien protegidas están las aves de los bosques secos?

Las aves son un indicador importante de la salud de un ecosistema, y, considerando que el bosque seco es uno de los ecosistemas más amenazados de nuestro continente, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) presenta una perspectiva preocupante sobre el estado de conservación de las aves que habitan este ecosistema. De acuerdo con las categorías de su Libro Rojo de especies amenazadas del mundo (un punto de referencia para conocer el estado de conservación de muchísimas especies de nuestro planeta), un 9% de las aves que habitan estos bosques se consideran actualmente en riesgo de extinción, mientras que el 5% están catalogadas como casi amenazadas y el 1% como especies con datos deficientes. Entre las especies amenazadas en esta Lista Roja destacan aquellas que se pueden considerar como carismáticas, por ser bonitas y quizá más buscadas por los observadores de aves, y endémicas de determinados países, como los colibríes *Lepidopyga lilliae* (endémico de Colombia) y *Lophornis brachylophus* (endémico de México), el mosquero real pacífico *Onychorhynchus occidentalis* (endémico de Ecuador) y algunas aves de la familia de los loros y guacamayas, como el *Amazona finschi* (endémico de México) o el *Anodorhynchus leari* y el *Pyrrhura griseipectus* (ambos endémicos de Brasil).

Si bien la IUCN considera el 84% restante de las especies de aves presentes en los bosques secos del Neotrópico dentro de la categoría de preocupación menor, es importante señalar que hace falta mucha información sobre la mayoría de las especies de aves; como por ejemplo, sobre los patrones geográficos de su abundancia. Más preocupante aún es que la actual red de áreas protegidas en el Neotrópico tan sólo abarca un 8% de las áreas de distribución de estos bosques, lo cual es, en general, menos del 10% de las áreas de distribución de las especies. De hecho, aunque las áreas que se protegen en los bosques secos se caracterizan por albergar, en promedio, un mayor número de especies de aves (aproximadamente 140) que lo que se calcula para otras áreas, en términos generales se observa que varias regiones con una gran riqueza de aves (incluyendo especies endémicas) no están consideradas dentro de alguna categoría de protección. Este es el caso, por ejemplo, del oeste de Ecuador, el noroeste de Perú, la costa caribeña de Colombia y las islas del Caribe, regiones en donde nuestros estudios demuestran que hay una mayor diversidad de especies endémicas. Esta situación hace evidente que la red actual de áreas protegidas de nuestro continente se encuentra muy lejos de representar de forma adecuada a la diversidad de aves de estos bosques. Por lo que, de acuerdo con los objetivos de conservación establecidos dentro del Convenio sobre Diversidad Biológica firmado el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro, es de suma importancia incrementar la superficie protegida de la región a fin de alcanzar al menos el 17% del territorio de estos bosques y maximizar así la representatividad de su biodiversidad.

El cambio climático global: otra amenaza para los bosques secos y sus aves

En uno de los estudios que realizamos, utilizando un grupo de aves y plantas, mostramos que los patrones de distribución de los bosques secos y la supervivencia de las especies que en ellos habitan podrían verse directamente afectados por el cambio climático global. En escenarios de rápido incremento de temperatura, las especies podrían desplazarse de sus áreas de distribución originales para ocupar nuevos lugares. Esto puede tener muchas consecuencias biológicas; por ejemplo, el que especies que actualmente no viven juntas compitan, en un futuro, por el mismo alimento o los mismos sitios de anidación. Incluso, en casos particulares como el del colibrí Esmeralda de Cozumel (*Chlorostilbon forficatus*), las especies podrían acabar por extinguirse dada la inexistencia de condiciones óptimas para su distribución en el futuro.

Los pocos estudios realizados muestran que los bosques secos Neotropicales podrían aumentar un 10% la extensión de sus áreas de distribución y extenderse hacia zonas de mayor elevación para los años 2050 y 2070, ocupando incluso áreas geográficas en las que hoy en día existen otros ecosistemas, como los bosques mesófilos de montaña. No obstante, es importante entender que, en estos escenarios a futuro, no todas las especies tendrán la capacidad para responder a los cambios ambientales previstos debido a la velocidad con la que suceden. Una de las consecuencias más importantes de este proceso dinámico de modificaciones en los patrones de distribución de las especies es que probablemente se reduzca la cantidad de especies que viven en estos bosques, e incluso se conformarían nuevas comunidades y se establecerían nuevas interacciones ecológicas.

Por otro lado, si bien las áreas protegidas constituyen una importante estrategia para conservar la biodiversidad de estos bosques y les ayudarán a persistir hasta mediados del siglo XXI, sólo atienden parcialmente las metas generales de conservación a largo plazo planteadas en la Convención de Diversidad Biológica. Por ello, el cambio climático debe considerarse una seria amenaza para la biota de los bosques secos, especialmente para las especies de distribución restringida, por lo que es necesario definir unidades prioritarias de conservación y añadirlas al sistema actual de áreas protegidas.

El futuro de las aves de los bosques secos

La conservación de los bosques secos, sus árboles, aves y el resto de la biota asociada, es tan urgente como desafiante. Es urgente, por ejemplo, porque ellos protegen a las costas de fenómenos naturales como los huracanes y albergan importantes reservas de agua dentro de la región del Neotrópico. Asimismo, son una fuente importante de leña, plantas medicinales y animales de caza para la gente local. Es desafiante porque existen importantes vacíos de conservación de la diversidad biológica, especialmente de las aves asociadas a estos bosques. En este sentido, solamente si se desarrolla una red de áreas protegidas idónea (es decir, extensa en superficie, representativa de la biodiversidad e interconectada entre sí) como respuesta a los niveles crecientes de modificación del hábitat, podremos garantizar la conservación de los bosques.

Con base en los resultados obtenidos en nuestros estudios, consideramos que: 1. se debe hacer un mayor esfuerzo para documentar más la diversidad de especies de aves que viven en los bosques secos; 2. es indispensable trabajar con la IUCN y los gobiernos locales, para reevaluar las categorías de amenazas de las aves asociadas a estos bosques a escala regional y local y, al menos, de los demás vertebrados que en ellos habitan; y 3. es necesario definir cuáles son las áreas prioritarias en el continente (consideradas como altamente vulnerables e irremplazables) que requieren acciones inmediatas de manejo. En este sentido, nuestros estudios aportan información básica para que autoridades y sociedad civil puedan trabajar en el diseño y decreto de futuras áreas protegidas. Consideramos que estos estudios contribuyen a maximizar la protección de la diversidad biológica de estos bosques. No obstante, es urgente obtener la mayor información posible, especialmente si consideramos que la expansión de la frontera agrícola y de otros tipos de transformación de hábitat avanza rápidamente, atentando directamente contra la persistencia de los organismos, la estabilidad ecológica y los servicios ecosistémicos de estos bosques. Para ello, es sumamente importante seguir incrementando el financiamiento y el desarrollo de investigaciones entre instituciones, y fortalecer aún más los vínculos de trabajo entre los institutos de investigación, las instituciones gubernamentales y las organizaciones no gubernamentales (ONG). Además, es importante considerar que para lograr el desarrollo de propuestas adecuadas y realistas resulta indispensable fomentar la participación ciudadana y la educación ambiental (es decir, la ciencia ciudadana). Proyectos como *eBird* y Naturalista, entre otros, son buenas plataformas para impulsar la participación ciudadana en todo el continente. Todos estos proyectos contribuyen a incrementar el conocimiento de las aves que habitan en los bosques secos y del papel que desempeñan dentro del ecosistema. Únicamente promoviendo la participación activa de la ciudadanía lograremos realmente proteger estos bosques tan importantes y su biodiversidad.

David A. Prieto Torres es biólogo en La Universidad del Zulia Venezuela) Maestro en Ciencias de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, España y Doctor del Instituto de Ecología, INECOL, México. Actualmente es Personal Académico Posdoctoral del Departamento de Biología Evolutiva de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Octavio Rojas Soto obtuvo sus títulos de biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor en la UNAM. Actualmente es Investigador Titular "B" en la Red de Biología Evolutiva del Instituto de Ecología, A. C.

Diego Santiago Alarcón obtuvo su título de biólogo en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, y sus títulos de maestro en Ciencias y doctor en la Universidad de Missouri-St. Louis de Estados Unidos. Actualmente es Investigador Titular "B" en la Red de Biología y Conservación de Vertebrados del INECOL.

Elisa Bonaccorso es bióloga de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela y Doctora de la Universidad de Kansa, EUA. Actualmente es Profesora e Investigadora de la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador y directora del Instituto BIOSFERA de Investigaciones Biológicas y Ambientales de la misma institución. Sus principales intereses de investigación se enmarcan principalmente son las áreas de la biología evolutiva, la biogeografía y la conservación de aves andinas, a nivel regional y local.

Javier Nori es Licenciado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Sur y Doctor de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Actualmente es profesor adjunto en el Centro de Zoología Aplicada de la Universidad Nacional de Córdoba e Investigador asistente en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina.

Adolfo G. Navarro Sigüenza es egresado de la licenciatura y el posgrado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente es Profesor Titular "C" de Tiempo Completo en el Museo de Zoología del Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias (UNAM) y curador encargado de la colección ornitológica del mismo.

Para saber más

• Banda, K., A. Delgado-Salinas y 61 autores más. 2016. Plant Diversity Patterns in Neotropical Dry Forests and Their Conservation Implications. *Science* 353: 1383–1387.

• Balvanera, P., A. Islas, E. Aguirre y S. Quijas. 2000. Las selvas secas. *Ciencias* 57, enero-marzo: 18-24. [En línea].

• Espinosa, C. I., M. de la Cruz, A. L. Luzuriaga y A. Escudero. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21: 167-179.

• Navarro-Sigüenza, A. G., A. T. Peterson, y A. Gordillo-Martínez. 2003. Museums Working Together: The Atlas of the Birds of Mexico. *Bulletin British Ornithologists' Club Supplement* 123A: 207-225.

• Prieto-Torres, D. A., A. G. Navarro-Sigüenza, D. Santiago-Alarcón, y O. R. Rojas-Soto. 2016. Response of the Endangered Tropical Dry Forests to Climate Change and the Role of Mexican Protected Areas for their Conservation. *Global Change Biology* 22: 364-379.

Las aves urbanas en la ruidosa primavera... ...y en el verano y el otoño y el invierno

Constantino Macías y Clementina Equihua Z.

En septiembre de 1962, la bióloga marina Rachel Carson publicó el libro *La primavera silenciosa*. Su dramático mensaje, que el uso extendido de pesticidas —particularmente insecticidas como el DDT— estaba acabando con muchas especies de aves y otros organismos diferentes a los insectos, produjo finalmente un avance notable en la concientización ambiental en todo el mundo. No sorprende la elección del título. Carson ya había empezado a trabajar en el libro cuando, en 1958, una amiga publicó una carta en el *Boston Herald*, quejándose de la ausencia de pájaros en su propiedad, debida al rociado excesivo de insecticidas para matar mosquitos.

En los Estados Unidos, como en muchos países europeos, la apreciación de la naturaleza tiene una de sus más fuertes manifestaciones en la observación de las aves. Los naturalistas en esos países celebran cada año el regreso de las aves migratorias y de sus cantos matutinos. Para ellos resultó particularmente chocante la idea de enfrentar un futuro de primaveras silenciosas. Tras superar la brutal resistencia de la industria y de no pocos productores de alimentos, se abandonó gradualmente el uso del DDT en favor de insecticidas presumiblemente menos dañinos para el ambiente, o, por lo menos, con una persistencia mucho menor en el ambiente. Los pájaros podrían seguir cantando ¿O no…?

Gorrión común o europeo (Passer domesticus) anidando en el nido abandonado de una golondrina, bajo el techo de una casa. Fotografía: Andrew Gray CC BY-SA 2.0 vía Wikimedia Commons.

Las aves siguen enfrentando en todo el mundo los efectos de los pesticidas, que también causan la reducción de las poblaciones de insectos. Ésta es, tal vez, la más preocupante de las extinciones masivas del llamado Antropoceno (ver el número 15 de *Oikos=*, *México en el Antropoceno*). La pérdida de poblaciones de insectos, además de privarnos de muchos de los llamados "servicios ambientales", como la polinización, conlleva también la extinción de los animales que los consumen, incluyendo numerosas especies de pájaros.

Las poblaciones de animales silvestres también enfrentan otros efectos ambientales debidos a la actividad humana. La Organización de las Naciones Unidas estima que, para 2030, alrededor del 60% de la población mundial vivirá en ciudades. Esto implica que las urbes se extenderán cambiando por siempre los ecosistemas sobre los que se desarrollen. Las profundas modificaciones que conlleva desarrollar una ciudad alteran en forma irreversible las condiciones en las cuales evolucionaron los animales y plantas locales. Algunos organismos morirán, otros se moverán hacia sitios menos perturbados, pero otros más, entre los que hay muchas especies de aves, son capaces de adaptarse a las nuevas condiciones ambientales que surgen dentro de cada urbe.

Los nuevos ecosistemas de las urbes, como los jardines, parques y otros espacios verdes, se convierten en hábitats que diversos organismos utilizan para reproducirse o para buscar alimento. Las aves tienen la ventaja de que al volar pueden superar muchas de las barreras físicas que impedirían a otros organismos colonizar las ciudades, y les permite, también, moverse entre sus sitios de alimentación —lagos y humedales— y los de descanso —parques arbolados— diariamente. Un ejemplo son las garzas que habitan en la Ciudad de México.

Un atributo que podría determinar cuáles especies de aves serán capaces de colonizar las ciudades y cuáles no es su tolerancia a los humanos y a otros posibles depredadores. Mientras más se tarde un pájaro en volar cuando se le aproxima un humano, más tiempo tendrá disponible para seguir comiendo migajas o cualquier otra cosa. Por ello, mientras más corta sea la distancia de escape, más probable es que una especie de ave se quede en la ciudad. Pero los pájaros tienen que hacer otras cosas eficientemente si han de lograr establecerse en un sitio; tienen que encontrar pareja, un sitio de anidación, construir su nido

y criar a sus pollitos. En el Laboratorio de Conducta Animal del Instituto de Ecología de la UNAM se ha trabajado durante varios años con aves de la Ciudad de México para entender cómo éstas solucionan algunos de esos retos. En particular, se ha estudiado el efecto del ruido urbano en la comunicación de las aves y el uso de materiales urbanos en la construcción de nidos.

Cantando en una ciudad ruidosa

En 2015, en el número 15 de *Oikos=*, Eira Bermúdez Cuamatzin nos informó que los gorriones mexicanos (*Haemorhous mexicanus*, antes género *Carpodacus*) ajustan sus vocalizaciones dependiendo de la cantidad de ruido urbano de la Ciudad de México, lo que coincide con el comportamiento de otras especies de aves canoras (paserinas) en ciudades de distintas partes del mundo. Esos gorriones pertenecen al grupo de pájaros llamados oscinos (un suborden de los paseriformes).

Los oscinos normalmente nacen con la tendencia a emitir algo parecido al canto propio de cada especie, y ese canto "cristaliza", o se consolida, luego de que se exponen al canto de aves adultas. Algunas especies de oscinos siguen incorporando nuevas notas a su canto toda la vida, haciéndolo más complejo. El suborden hermano, los suboscinos, está compuesto por especies de pájaros cuyo canto apenas se modifica un poco durante toda su vida. Se trata de cantos muy sencillos y que, cuando mucho, varían, dentro de una especie y población, en detalles como el número de notas que repiten en un segmento.

Dado que la plasticidad vocal de los oscinos es muy superior a la de los suboscinos, el grupo de trabajo del primer autor estudió, junto con colaboradores españoles, si esta diferencia lleva a los oscinos a predominar en las ciudades de aquellos países donde también se encuentran los suboscinos que habitan mayoritariamente en las regiones tropicales y subtropicales de América. Para ello midieron varios atributos de los cantos de oscinos y suboscinos en ciudades brasileñas y en la Ciudad de México, y encontraron que, en efecto, el canto de los oscinos está mejor ajustado a las condiciones de ruido en las ciudades que el de los suboscinos. El canto de estos últimos en las ciudades parece un poco adaptado en cuanto a su duración —algo que el mismo grupo de trabajo verificó en una especie, el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)— y frecuencia, pero el efecto es pequeño y podría deberse, en parte, a la selección natural. En cambio, parece que los oscinos ajustan su canto gracias a su plasticidad vocal, lo que podría hacerlos mejores colonizadores de las ciudades.

La capacidad de las aves para ajustar su comunicación en ambientes ruidosos influye en su adaptación al ambiente y determina la composición de las comunidades de aves de nuestros parques. Por ejemplo, el mismo grupo de trabajo, también en colaboración con colegas de España, encontró que las aves que viven cerca de aeropuertos adelantan su canto del amanecer (*dawn chorus*) para escapar del ruido de los aviones al despegar y aterrizar, puesto que el pico de actividad de vuelos coincide con el horario del canto. Esto podría tener consecuencias negativas para algunas especies, ya que modifica sus horarios de reposo y vigilia. Más recientemente, estudiando la distribución de especies de aves en la reserva del Pedregal (REPSA), Lucía Manzanares, estudiante del Dr. Constantino Macías, encontró que la probabilidad de detectar especies de aves decrece al aumentar la cantidad de ruido. En este estudio, publicado recientemente en la revista *Journal of Urban Ecology* con el título *Songbird Community Structure Changes with Noise in An Urban Reserve*, los autores explican que, dado que se usaron métodos visuales y grabaciones, se comprobó que este decremento no se debe al enmascaramiento de sus vocalizaciones, sino a que no hay aves. Ello indica que, mientras más ruidosos sean nuestros parques, menos especies de aves viven en ellos. Estudios en otras partes del mundo han demostrado que si un ave tiene un pobre desempeño vocal y vive en zonas urbanas con mucho ruido tiene menos oportunidades de aparearse y más dificultades para defender su territorio.

¿Y de qué hago mi nido en la ciudad?

Como mencionamos, las aves en las ciudades tienen dificultades adicionales para encontrar pareja y defender un territorio, debido a que el ruido interfiere con sus cantos. Además, una vez que consiguen pareja y se aparean deben enfrentar nuevos retos, como encontrar sitios adecuados para anidar y materiales para elaborar su nido.

El material con el que esté construido cada nido es muy importante para el éxito de la nidada, y varía dependiendo de muchos factores. Sin embargo, se ha observado que diferentes especies de un mismo género seleccionan de manera similar los materiales de construcción. Una característica muy interesante en las aves es que se basan en la experiencia previa para decidir qué usarán para construir su nido, es decir, pueden

Tortolita cola larga anidando sobre una antena abandonada, en la azotea de un edificio en la Ciudad de México. Al igual que los gorriones y los pinzones, esta especie llega a construir su nido con alambres, plástico, hilo y otros materiales de desecho humano. Fotografía: Rocío Brito García.

Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) en la ciudad. Durante el invierno se forman las parejas, y en época de reproducción construyen su nido y ponen entre 4 y 5 huevos de color azul pálido con puntos negros. La hembra los incuba y a los 13-14 días nacen los pollos, quienes dejarán el nido después de 12-14 días. Fotografía: Rocío Brito García.

probar si un material es mejor para su nidada que otro y harán mejoras conforme pase el tiempo; adquieren experiencia.

En la naturaleza, las aves construyen sus nidos con muchos materiales vegetales que le proporcionan soporte y estructura, así como las condiciones térmicas y de humedad apropiadas para la crianza exitosa de sus polluelos. También se ha observado que utilizan materiales vegetales repelentes que juegan un papel importante en el control de los ectoparásitos que pueden afectar a los adultos y a los pollos, ya sea directamente o al transmitirles enfermedades.

Dentro de una urbe no es tan fácil encontrar este tipo de materiales, pero las aves pueden llegar a encontrar las condiciones adecuadas para establecerse. Por ejemplo, pueden aprovechar las áreas verdes para alimentarse, anidar en edificios (o en otras estructuras) en lugar de en árboles, y utilizar materiales hechos por el hombre para construir sus nidos. Así, aunque hay menos opciones para seleccionar plantas con cualidades repelentes, las aves aprovechan un nuevo recurso: la basura. Es en la basura en donde las aves urbanas encuentran una fuente de materiales inimaginables para la construcción de sus nidos.

¿Colillas de cigarro en mi nido?

Por muchos años se han acumulado reportes más o menos formales sobre los diferentes materiales de origen industrial que usan las aves urbanas (y también las rurales) para construir sus nidos. Por ejemplo, es común ver que, en la naturaleza, la parte más central del nido, donde se depositan los huevos y yacen los pollitos, suele estar forrada con plumas y pelos de animales silvestres, pero los pájaros de las ciudades con frecuencia usan hilo, tiras de algodón, cabellos humanos, trozos de tela e incluso plástico.

Hace años, en el Laboratorio de Conducta Animal se formuló la pregunta de si usar hilo de nylon sería peligroso para los pájaros que anidan, ya que puede enredarse en sus patas o alas y no se degrada, lo que podría conducir al estrangulamiento de los dedos o, en el peor caso, del pescuezo de los pájaros. Sin embargo, al estudiar unos cuantos nidos de pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y de gorrión europeo (*Passer domesticus*) que se colectaron en Ciudad Universitaria al final de la temporada reproductiva, se encontró que estaban construidos, en buena medida, con las fibras de algodón de los filtros de cigarro que decenas de fumadores tiran; las llamadas "colillas".

Las colillas de cigarros son el producto más común y conocido de la basura. El proyecto *Cigarette Butt Pollution Project* estima que se consumen alrededor de 5.5 trillones de cigarros al año en todo el mundo, y, de estos, unos 4.95 trillones tienen filtros que pueden terminar en cualquier lugar: en las calles, en las playas, en los jardines, y un largo etcétera. Los millones de consumidores de cigarros no se percatan de que este pequeño desecho es un producto tóxico del cual emanan compuestos que dañan a los ecosistemas, a la flora y fauna y a la gente que entra en contacto con ellos.

Al observar que los pinzones mexicanos y europeos utilizan colillas de cigarros para sus nidos, se plantearon muchas preguntas en el laboratorio. Es por eso que en los últimos años se han llevado a cabo diversas investigaciones para entender qué consecuencias tiene para las aves el seleccionar las colillas de cigarro para recubrir sus nidos.

Monserrat Suárez Rodríguez encontró que, en la Ciudad de México, las colillas de cigarros les sirven como repelente de ectoparásitos, tanto a los gorriones europeos como a los pinzones mexicanos (ver *Incorporation of cigarette butts into nests reduces nest ectoparasite load in urban birds: new ingredients for an old recipe?*). Esto no resulta tan sorprendente si recordamos que plantas como las de tabaco silvestre (*Nicotiana* spp.) producen una variedad de compuestos químicos que reducen el riesgo o la intensidad de la herbivoría. Sustancias como la nicotina protegen a las plantas del ataque de, por ejemplo, artrópodos

El género *Passerina* incluye siete especies de aves que se distribuyen desde el sur de Canadá hasta América Central y las Antillas. La *Passerina versicolor* es un ave migratoria que se distribuye en el centro-sur de México y América Central, donde pasa el invierno, y en el Norte de México y Sur de Estados Unidos, donde se reproduce. Fotografía: Rocío Brito García.

que se alimentan de ellas. Pero las colillas no solamente tienen nicotina; se han cuantificado en ellas cientos de compuestos, muchos de los cuales son tóxicos. Algunos son producto de la combustión del tabaco y otros están presentes por haber sido añadidos a la planta durante su producción (insecticidas, herbicidas, etcétera) o durante su procesamiento industrial. En este estudio, publicado en el *Journal of Evolutionary Biology*, se confirmó que había menos ectoparásitos en los nidos con colillas de cigarro, probablemente debido a la presencia de nicotina, lo cual aumenta el éxito de la eclosión y el emplumado de los pollos, pero también genera daño genotóxico, intoxica a los glóbulos rojos de los pollitos y presumiblemente a otras células. Es decir, es mayor la posibilidad de que las aves tengan daños a nivel genético si utilizan muchas colillas de cigarros en sus nidos. Más adelante, en un estudio de colaboración entre Monserrat Suárez-Rodríguez, Regina D. Montero-Montoya y Constantino Macías, se encontró que ese daño no se circunscribe a los pollos, sino que también afecta a los padres, en función de cuánto se exponen a las colillas. Las hembras, por ejemplo, al incubar están más expuestas y sufren más daño que los machos. Por ahora ignoramos los efectos a largo plazo de la exposición a los compuestos tóxicos que quedan en las colillas usadas en la construcción del nido.

En la medida en que las aves que habitan las ciudades se exponen a una mayor —y cambiante— variedad de sustancias tóxicas, contaminación atmosférica, contaminación lumínica nocturna —que afecta su balance hormonal— y ruido, se enfrentan a la necesidad de generar adaptaciones novedosas a una velocidad sin precedentes en su historia evolutiva. El haber superado hasta ahora los retos de la vida urbana no es evidencia de que lo lograrán en el futuro, como muestra el declive en Europa del gorrión europeo que nos ha acompañado por más de 10,000 años.

Es nuestra obligación como ecólogos investigar cuales son los desafíos más importantes para las aves y el resto de la biota, y encontrar maneras de facilitarles la vida. La alternativa sigue siendo inaceptable, como Rachael Carson lo señaló claramente en su obra clásica, hace ya casi sesenta años: no debemos llegar a tener un planeta cubierto por vastas zonas urbanas habitadas por una colección de plantas y animales cada vez más pobre y homogeneizada, y caracterizadas por más, y más, y más ruido.

Constantino Macías obtuvo los grados de Licenciado en Biología y Maestro en Ciencias (Biología) en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y el doctorado en Biología en la Escuela de Biología de la Universidad de East Anglia en Norwich, Inglaterra. Es director del Instituto de Ecología de la UNAM, además de Investigador Titular "C" de tiempo completo en el Departamento de Ecología Evolutiva. Pertenece al SNI en el nivel III. Estudia las causas de la evolución de ornamentos y las consecuencias de los procesos de selección sexual en peces, aves y anfibios, con particular interés en la relación entre selección sexual y especiación, y entre selección sexual y extinción. Investiga además las consecuencias evolutivas de la adaptación a ambientes degradados y a ambientes urbanos.

Clementina Equihua Z. es bióloga y doctora de la Facultad de Ciencias, UNAM. Como divulgadora de la ciencia ha colaborado en proyectos museográficos para el Museo UNIVERSUM y el Museo Interactivo de Economía (MIDE). Su trabajo editorial incluye publicaciones en revistas arbitradas, de divulgación y periódicos. Actualmente coordina la Unidad de Divulgación y Difusión del Instituto de Ecología.

Para saber más

• Bermúdez-Cuamatzin, E., I. Zuria e I. Castellanos. 2017. ¿Cómo se comunican los animales en nuestro mundo ruidoso? *Herreriana* 13: 3-8.

• DeWeerdt, S. 2016. It's Not Just Noise that Makes City Birds Sing A Different Tune. *Conservation This Week*

• Equihua Z., C. 2012. ¿Una colilla para tu nido?

• Waters, H. 2012. Cigarette Butts in Nests Deter Bird Parasites. *Scientific American*. Diciembre.

Ciudad Universitaria: refugio de aves

Rocío Brito García

La UNAM es una de las pocas universidades en el mundo que tienen un área natural protegida dentro de un campus: la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), ubicada en Ciudad Universitaria. Se trata de un ecosistema de matorral xerófilo, caracterizado por una vegetación de baja altura, adaptada a un ambiente semiárido y compuesta principalmente por matorrales y plantas herbáceas; Rzedowski catalogó a la REPSA como "matorral xerófilo de palo loco" porque esta planta (*Pittocaulon praecox*) era tan abundante que en su época de floración la reserva se cubría de amarillo. Es el último vestigio de lo que algún día fue el ecosistema del pedregal de la Cuenca de México. Esta área protegida de 237 ha, junto con las otras áreas verdes distribuidas en todo el campus, provee de un lugar seguro a una gran cantidad de poblaciones de aves. Contribuye a la conservación de entre 148 y 186 especies, algunas de las cuales tienen un área de distribución muy amplia, que puede incluir, además de México, otras regiones en Estados Unidos, Canadá, Centro y Sudamérica. Espacios como la REPSA son importantes desde la perspectiva de la extinción de especies, ya que la disminución y desaparición de poblaciones pueden culminar en una "extinción local" o "extirpación", esto es, que la especie es exterminada de una parte de su área de distribución; y estas extinciones locales pueden conducir, en el futuro, a la desaparición total de la especie.

La perlita azul gris (*Polioptila caerulea*) es una de las aves migratorias más carismáticas que llegan a la REPSA. El mejor momento para verla es en el mes de marzo, cuando los machos comienzan a desarrollar su plumaje reproductivo, por lo que adquieren un color más azulado y esas cejas tan notables que les da una apariencia muy simpática. En abril migran hacia Estados Unidos, ahí se reproducen y regresan a México en septiembre. Fotografía: Rocío Brito García.

No se conoce la cantidad exacta de aves que hay en CU pero, en la opinión de Coro Arizmendi (ornitóloga e investigadora de la UNAM) y del ornitólogo Manuel Grosselet (presidente de la ONG *Tierra de Aves*, se estima la presencia de miles de individuos. Estos expertos advierten sobre la pérdida progresiva de aves que ocurre en este momento en todo México, y concuerdan en que lugares como la REPSA cumplen un papel crucial como refugios. "Se nos están yendo delante de los ojos, y se están yendo muy rápido" dice con pesar Grosselet, quien es testigo de la disminución de las poblaciones en nuestro país a lo largo de sus más de 20 años de trabajo de campo haciendo monitoreo de aves en diferentes Estados de México.

Especies de aves extintas en el mundo

La organización *BirdLife International*, una de las principales organizaciones mundiales dedicada a la conservación de las aves, con asociados en 121 países, publica en su página de internet que del año 1500 a la fecha se han extinto alrededor de 182 especies de aves en el planeta, y que el 92% de estas extinciones han ocurrido en islas, como consecuencia, principalmente, de la introducción de especies invasoras, como gatos y ratas, que se convirtieron en sus depredadores (también se habla de este tema en el artículo *Regresan las aves marinas a las Islas del Pacífico de Baja California* de este número). Además, *BirdLife International* advierte que, actualmente, aunque la extinción de especies en las islas podría estar haciéndose más lenta, la tasa de extinción va en aumento en los continentes, donde habita más del 80% de especies de aves del mundo.

Desde la perspectiva de Judit K. Szabo y sus colaboradores, en su artículo *Global Patterns and Drivers of Avian Extinctions at the Species and Subspecies Level*, publicado en 2012, la pérdida es mucho mayor cuando consideramos la extinción de las subespecies. Ellos utilizan el concepto *ultrataxón* para referirse por igual a especies y subespecies, se refiere al grupo final de una línea evolutiva. En su investigación, el grupo de Szabo identificó la extinción de 279 ultrataxones de 1500 a la fecha: 141 especies monotípicas (que no tienen subespecies) y 138 subespecies; 97 grupos más, que la cifra de extinción publicada por *BirdLife International*. Esta perspectiva les permitió saber de manera "novedosa y alarmante" que la tasa de extinción de aves en las últimas décadas se ha acelerado.

Ultrataxón
Es la última expresión de una línea evolutiva, es decir, el último taxón o grupo biológico. Es por ello que un ultrataxón puede ser tanto una especie monotípica (que no se subdivide en subespecies y por lo tanto su diferenciación termina ahí) como una subespecie (una subespecie ya no tiene sub-subespecies). Ver más en *The Ultrataxon and Its Use in Pure and Applied Biology*

Las poblaciones como parámetro para evaluar el proceso de extinción

En 2017, Gerardo Ceballos, investigador de nuestro Instituto reconocido internacionalmente por su aportación a la conservación, publicó junto con sus colaboradores Paul Ehrlich y Rodolfo Dirzo, un artículo en el que aseveran que el mundo está viviendo la sexta extinción masiva de especies, y que para estimar la crisis de la extinción se debe considerar a las poblaciones. Tras estudiar las poblaciones de 27,600 especies de vertebrados, concluyen que es urgente entender y atender el proceso de disminución y desaparición de las mismas. Al respecto, la paleoecóloga Jacquelyn Gill de la Universidad de Maine declara, para un artículo de Ed Yong en la revista *The Atlantic*, que "El verdadero problema de las extinciones masivas, desde una perspectiva moderna, es que es extremadamente difícil darnos cuenta que se está viviendo una antes de que sea demasiado tarde [...] para el momento en el que compilas la lista de caídos, el daño está hecho. Lo que es verdaderamente poderoso del nuevo estudio de Ceballos es que no se centra en las pérdidas, sino en las señales tempranas de advertencia. Las disminuciones de las poblaciones son un precursor común de la extinción, y es un proceso respecto al cual sí podemos hacer algo".

La extinción local de aves en la Ciudad de México

En la Ciudad de México ya se ha reportado la extinción local de dos subespecies: el guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*) y la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*). La REPSA es un área de especial importancia para proteger poblaciones de algunas especies, como el gorrión barba negra (*Spizella atrogularis*) y la mascarita matorralera (*Geothlypis nelsoni*), ya que es uno de los pocos lugares de la ciudad en los que su población es abundante. También es de los pocos sitios en los que habitan la subespecie *sumichrasti* de la chara de Sumichrast (*Aphelocoma woodhouseii*) y la subespecie *duponti* del gorrión corona rufa (*Aimophila ruficeps*), que se distribuye únicamente en los pedregales del sur de la Ciudad de México. Estos registros se pueden consultar en la página oficial de *AVMX Birding*. Además, en Ciudad Universitaria viven 26 especies de aves en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La REPSA y las áreas verdes de Ciudad Universitaria

Todas las áreas verdes son fuente importante de recursos para las aves. La superficie total de Ciudad Universitaria es de 730 ha, de las cuales 237 son reserva ecológica y 155 son áreas verdes distribuidas entre los edificios del campus. Dentro del área protegida existen tres zonas núcleo que por su alto grado de conservación y diversidad están sujetas a protección estricta. También existen 13 zonas de amortiguamiento que son de uso restringido, diseñadas para protección ambiental, cuya presencia permite reducir el efecto de la perturbación causada por el ser humano en las zonas núcleo. La mayor parte de las zonas de amortiguamiento la conforman los camellones de los circuitos (ver el mapa de la UNESCO), y también el Jardín Botánico, el Espacio Escultórico y la Cantera Oriente pertenecen a esta categoría. Aunque las zonas núcleo de la REPSA son las áreas mejor conservadas, todas las áreas verdes del campus albergan a una elevada diversidad de especies, como lo muestra el "conteo navideño de aves" del año 2017. Cada año, la *National Audubon Society* coordina el *Christmas Bird Count*. Esta actividad consiste en registrar la mayor cantidad de especies de aves en el hemisferio occidental, del 14 de diciembre al 5 de enero; en este conteo participan tanto entidades relacionadas con la conservación de las aves como profesionales y aficionados. En el conteo de 2017, el 21 de diciembre Manuel Grosselet (coordinador del conteo para México y Belice) y sus acompañantes realizamos un recorrido de 3 km con, una duración de 4 horas, por algunos camellones de los circuitos de CU y algunas áreas verdes. En este recorrido observamos 51 especies de aves, lo que representa aproximadamente una tercera parte del número total de especies registradas; la lista se puede consultar en *eBird*.

Cuerpos de agua

Otra virtud de la REPSA como área de conservación son sus cuerpos de agua, en los que viven diversas aves acuáticas. El Jardín Botánico tiene varios estanques en los que ocasionalmente

El cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*) es un ave residente de la REPSA, lugar en el que se tomó esta fotografía. Se distribuye principalmente en Estados Unidos y México. No se sabe el origen de la población que vive en la REPSA, pero probablemente sea el resultado de escapes de jaulas, ya que, de manera irónica, por su gran virtud que es la belleza, los condena a ser cazados y vendidos y muchos viven encerrados. No participes en el comercio de aves, no las compres.
Fotografía: Rocío Brito García.

El chivirín barranqueño o cucarachero barranquero es un ave cantora que habita en los barrancos y los sitios rocosos como la REPSA. A simple vista se pierde con el paisaje y no es tan fácil verlo, pero siempre está muy cerca de nosotros, y su canto se puede escuchar desde las aulas y oficinas de la UNAM. Fotografía: Rocío Brito García.

se observan garzas, y ha sido sitio de reproducción de patos mexicanos *(Anas diazi)* en 2017 y 2018. La Cantera Oriente tiene cinco cuerpos de agua con un área total de 11,906 metros cuadrados; ahí se han registrado, hasta la fecha, 12 especies: cuatro de patos, cinco de garzas, una de zambullidor, una de gallareta y una de gallineta.

Las especies de aves en Ciudad Universitaria

Existen diferentes listados de especies de aves para CU que varían entre sí. El listado disponible en la página oficial de la REPSA es el de Chávez y Gurrola, quienes después de 7 años de trabajo, en 2009, reportaron 148 especies.

La base de datos más actualizada para CU, que incluye registros de aves poco comunes, la tiene *eBird*, con un total de 186 especies. *eBird* es el proyecto de ciencia ciudadana más grande del mundo, y tiene una plataforma en la que miles de observadores profesionales y aficionados de todo el planeta registramos nuestras observaciones de aves. Es aquí donde subimos nuestros registros varios de los que observamos aves en CU. Para verificar la veracidad de la información que ingresan los observadores, *eBird* cuenta con revisores expertos en identificación, que tienen muchos años de experiencia en el campo y colaboran como filtro. Para la Ciudad de México el revisor es Joren Van Schie, cofundador de AVMX, una agrupación de observadores de aves comprometida con promover el conocimiento y la conservación de la avifauna de México.

La ONG Tótotl, una organización comprometida con la protección de las aves y el ambiente, también ha hecho observaciones de aves en la reserva desde diciembre de 2013 hasta la fecha, y su registro actual es de 139 especies. Esta ONG, en coordinación con la REPSA, realiza una salida de observación de aves cada mes, a la que puede asistir cualquier persona interesada. Estas observaciones las dirigen el ornitólogo Ubaldo Márquez, que actualmente realiza una investigación acerca de los hábitos de búsqueda de alimento de los colibríes en la REPSA, y Gustavo Hernández, uno de los observadores de aves más experimentados de México. Finalmente, Naturalista, una red social de ciencia ciudadana, desarrollada y supervisada por CONABIO y en la que cualquiera puede ingresar sus observaciones, tiene un registro con fotografías de 129 especies.

Aves residentes en la Reserva del Pedregal

De todas las especies registradas, aproximadamente 84 viven permanentemente en nuestra reserva, y cada una de ellas tiene su historia, particularidades, curiosidades y belleza. Podemos ver, por ejemplo, al cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), una de las aves más admiradas en el mundo debido a la belleza de su plumaje rojo intenso; es fácil encontrarlo si seguimos su canto melodioso en su época de reproducción (marzo, mayo-julio) y observarlo en las ramas altas de los árboles. Al búho cornudo (*Bubo virginianus*), un ave rapaz que surge volando en la reserva al anochecer, dueño de ese canto legendario que todos hemos escuchado en un cuento o en una película: «hu-huhuuuu, huuh huuh». A la mascarita matorralera (*Geothlypis nelsoni*), una especie endémica de México cuya máscara negra contrasta con el amarillo del resto de su plumaje; esta pequeña ave se encuentra, generalmente, entre los pastos y las ramas bajas. O, también, hay seis especies de calandrias (*Icterus*) que podemos observar; todo un género espectacular. Estas hermosas aves resaltan entre la vegetación por su contrastante plumaje de colores amarillo-naranja y negro. Por otra parte, el chivirín barranqueño (*Catherpes mexicanus*) tiene dos características particulares: su canto fuerte y melodioso y ser un pájaro que vive en las rocas. También habita ahí otro personaje universalmente famoso: el pájaro carpintero. Se puede escuchar al carpintero mexicano (*Dryobates scalaris*) cuando taladra los troncos, y, si ponemos atención, podremos observar cómo trepa por los árboles en posición vertical; además su canto, con una dosis de imaginación, podría parecerse al del "pájaro loco". Y, de apariencia modesta con plumaje en tonos grisáceos, encontramos al sorprendente imitador de otros pájaros, el cenzontle norteño (*Mimus polyglottos*); si en un solo árbol escuchamos el canto de diferentes especies, podría tratarse de él. En algunos casos podemos encontrar aves residentes de la reserva que son invasoras que encontraron condiciones favorables y se establecieron con éxito, como es el caso de la muy bella chara verde (*Cyanocorax yncas*). La presencia de éstas aves puede deberse a escapes de jaulas.

Para ver a éstos y otros bellos seres emplumados que comparten nuestros espacios, basta dar un paseo por la mañana en CU y prestar atención al movimiento entre la vegetación y a los llamados de las aves (ver *Collage de aves en CU*, en la página 32).

Aves residentes de otoño-invierno en CU

Cada año, en el continente americano, millones de aves de aproximadamente 340 especies hacen viajes estacionales recorriendo miles de kilómetros. Este fenómeno de migración sucede en dos estaciones: el otoño y la primavera. En el otoño, estas aves se encuentran en el norte del continente (de Estados

Unidos hacia arriba) y viajan hacia el sur (México, el Caribe, Centro y Sudamérica) para pasar el invierno, mientras que en la primavera se dirigen al norte para reproducirse. De esta manera, el ciclo se repite año tras año.

Castañeda y Gurrola estiman que, en la REPSA, las aves migratorias representan el 43% por ciento del total de las especies registradas. Aunque existe la percepción generalizada de que las aves migratorias están en México "de visita", esto no es así: la mayoría llegan a partir de septiembre y se quedan aquí hasta marzo. Es decir, básicamente la mitad del año, tiempo en el que no se están reproduciendo, están en nuestro país. Además, hacen diferentes tipos de migración: el chipe corona negra (*Cardellina pusilla*), por ejemplo, es un ave migratoria de larga distancia. Esta ave se reproduce en latitudes boreales (Canadá, Alaska y el noreste de Estados Unidos) y pasa el invierno en México, de manera que algunas de las que vemos en CU pueden haber cruzado Canadá y Estados Unidos para llegar a su residencia de invierno. Algunas especies de migración de larga distancia sólo hacen paradas de abastecimiento y descanso en CU y en México para seguir su viaje hacia el sur, como es el caso del pibí occidental (*Contopus sordidulus*). Este mosquero, que pesa tan solo 13 g, puede llegar a hacer una migración sumamente larga, volando de Alaska hasta los Andes del norte, en el noroeste de América del Sur.

Otras aves hacen migración altitudinal, es decir que se mueven de mayores a menores altitudes (por ejemplo, de las montañas a los valles). Este es el caso de una especie endémica de México: el chipe rojo (*Cardellina rubra*). Se trata de un pájaro pequeño y muy bello, totalmente cubierto de plumaje rojo muy intenso en el que sobresalen sus mejillas blancas, es uno de los objetivos importantes de los observadores de aves de otros países que vienen a México. En la Ciudad de México lo encontramos, generalmente, en los bosques altos, pero durante el invierno también lo hemos observado en la REPSA. Así pues, CU tiene un papel crucial para estas especies migratorias, tanto como residencia de invierno, así como de área de abastecimiento y descanso para continuar su desplazamiento hacia el sur.

Un lugar admirable, repleto de vida, por el que queda mucho por hacer.

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y las áreas verdes de Ciudad Universitaria constituyen un área de protección para miles de aves terrestres, acuáticas, diurnas y nocturnas. Aproximadamente el 57% de las poblaciones son residentes y el 43% son migratorias, es una zona de importancia internacional para la conservación, ya que protege aves de México y del Continente Americano. Los registros antes mencionados indican la presencia de 148 a 186 especies en Ciudad Universitaria, de las cuales, 26 se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Falta información acerca del estado de las poblaciones, y este conocimiento resulta indispensable para definir una estrategia de conservación y, de esta manera, evitar la disminución y la pérdida de poblaciones, eventos precursores de la extinción de las especies. Sería idóneo realizar proyectos de investigación en la REPSA con el método de captura de aves y colocación de anillos de identificación, ya que nos permitiría obtener información de reproducción, muda y estado general de salud de los individuos, así como calcular la densidad poblacional con las técnicas demográficas de captura-recaptura (volver a capturar periódicamente a los individuos anillados, para darles seguimiento).

También es fundamental que la sociedad se involucre. Las acciones de cada uno de nosotros, sumadas, pueden contribuir de manera importante a la conservación. La observación de aves aporta información valiosa para la investigación; participa en las salidas a pajarear en la REPSA para que conozcas en persona a estos carismáticos protagonistas de la vida silvestre de Ciudad Universitaria. También la fotografía de aves va de la mano con la conservación; a través de ella puedes difundir el conocimiento de la avifauna y sensibilizar a través de las imágenes. Existen grupos de fotografía de aves en Facebook, como "AVES DE MÉXICO", en los que puedes conocer a las aves de nuestro país y entrar en contacto con observadores y fotógrafos de aves. Visita sitios de internet como el del *Cornell Lab of Ornitology*, la *National Audubon Society* y *BirdLife International*, en los que te podrás sumar a éstas y más acciones de conservación.

Agradecimientos

A Gerardo Ceballos, Coro Arizmendi y Manuel Grosselet por su revisión de este texto y por sus sugerencias. A Ubaldo Márquez y Joren van Schie por compartir conmigo sus conocimientos y sus experiencias y por ayudarme a obtener información.

Para saber más

- Merlín, una aplicación para identificar aves (http://bit.ly/2PVNR20). Merlin Bird ID app
- Jardinería para las aves http://bit.ly/2PXrdWT
- Arte de aves http://bit.ly/2TGjryW
- Guía de campo aves CDMX http://bit.ly/2PQertc
- Cómo observar aves http://bit.ly/2S9GwbC
- Lista de especies de aves de México http://bit.ly/2Qm2SJC
- Sugerencias de CONABIO de guías de aves http://bit.ly/2QhACYH

Aves que habitan en Ciudad Universitaria

De izquierda a derecha y de arriba a abajo: chipe de cabeza gris (*Oreothlypis ruficapilla*), calandria flancos negros (*Icterus abeillei*), garza morena (*Ardea herodias*), picochueco vientre canela (*Diglossa baritula*), calandria tunera (*Icterus parisorum*), gorrión cantor (*Melospiza melodia*), picogordo azul (*Passerina caerulea* ssp. *caerulea*), colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*), capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*), cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), semillero de collar (*Sporophila torqueola*), papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), chipe rojo (*Cardellina rubra*), chipe cabeza amarilla (*Setophaga occidentalis*), saltapared barranqueño (*Catherpes mexicanus*).

Fotografías: Rocío Brito García, con excepción de la garza morena, de Gerardo Aguilar Anzures.

Todas las fotografías se tomaron en Ciudad Universitaria. Diseño: Abril Ángeles.